

# 자동차 부품 제조사업체의 근골격계 질환 유해요인 조사 사례연구

## - Case Study of Diagnosis on Musculoskeletal Disorders Risk Factors at an Autopart Company -

양 성 환 \*

Yang Sung Hwan

조 문 선 \*

Cho Mun Son

### Abstract

The goal of this study is to propose the effective method of investigating the injurious factors and making improved plans that prevents the workers against musculoskeletal disorders at an autopart company and the same business field with similar working conditions and process. A questionnaire were adopted to analyze the symptoms of workers' musculoskeletal disorders, and an ergonomic assessment method such as QEC, RULA, S.I were 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 and making improvement plans to the autopart company and the same business field with similar working conditions and process.

**Keywords** : Working Condition, Ergonomic Approach, MSDs

---

\* 국립한국재활복지대학 의료보장구과 교수

2007년 3월 접수; 2007년 4월 수정본 접수; 2007년 4월 게재확정

## 1. 서론

최근 근로복지공단에서 인정된 전체 업무상 질병자 중 근골격계 질환자 수는 2002년 1,827명, 2003년 4,532명, 2004년 4,112명으로 질환자의 수가 해마다 큰 폭으로 증가하고 있다[7]. 또한, 2007년은 2004년 6월 첫 번째 근골격계 부담작업 유해요인 조사완료 시점 이후 매 3년마다 도래하는 정기조사의 시점으로 최근 기업들의 근골격계 부담작업 유해요인 조사에 대한 관심이 증폭되고 있다. 이러한 유해요인 부담작업 조사에 있어서 가장 큰 난점은 업종별로 작업방법이 상이하다는 데에 있으며, 이는 곧 업종별, 작업형태별로 조사방법도 달라야 함을 의미한다.

본 연구에서는 중소 제조업체 중 자동차 부품제조업체를 대상으로 한 근골격계 부담작업 유해요인 조사의 사례연구를 통하여, 비슷한 유형의 생산현장에 대한 조사방법 및 노하우를 공유하고자 한다. 이를 위한 방안으로 먼저 설문조사를 통하여 작업자들의 근골격계 질환의 전반적인 증상을 파악한 후, 인간공학적 평가기법을 사용하여 공정별 작업자세 분석 및 해당 공정의 정량적, 정성적 평가를 통해 유해요인을 찾아내고 그 결과를 바탕으로 작업환경 개선안을 제시하였다.

## 2. 연구 방법

### 2.1 대상 및 자료수집

본 연구는 78명의 현장근로자와 15명의 사무직 근로자가 근무하는 경기도 안산소재의 자동차 부품 제조사업체를 대상으로 하였으며, 해당 사업장은 자동차용 잠금장치 부품 및 일부 완제품을 생산하여 완성품 업체에 납품하는 중소 사업장이다. 유해요인 조사는 먼저 사업장내의 전 근로자들을 대상으로 하여 근골격계 관련 질환 증상의 설문조사를 실시하였다.

설문조사의 분석을 통해 전체 근로자들의 근골격계 질환 현황을 파악하였으며, 이를 바탕으로 작업자세에 대한 동작분석 및 인간공학적 평가를 실시하였다.

### 2.2 평가방법

인간공학적 평가를 위한 평가기법은 다양하게 개발되어 있으나, 본 연구에서는 비디오 카메라 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 RULA(Rapid Upper Limb Assessment)를[1] 사용하였으며, 작업 중 손과 손목의 반복도가 높은 작업의 경우 SI(Strain Index)를 사용하여 위

협도를 평가하였다[3].

그 밖에 하지쪽의 동작이 문제가 되는 경우에는 OWAS(Ovako Working posture Analysing System)를, 중량물 취급 작업의 경우에는 NLE(NIOSH Lifting Equation)을 사용하였으나[2], 본 논문에는 지면관계상 수록하지는 않았다. 평가를 위해 모든 작업 모습을 정지영상과 동영상으로 기록하였으며, 이를 토대로 작업환경 및 작업자와의 면담내용 등을 복합적으로 고려하여 작업환경 개선안을 제안하였다.

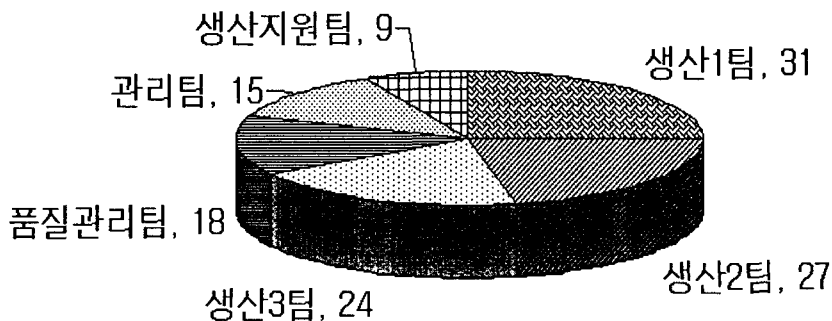
### 3. 근골격계 질환 유해요인 조사를 통한 작업환경 개선

#### 3.1 대상 작업장의 특성

평가 대상 작업장은 제품의 특성상 라인의 대부분이 반자동화가 되어 있는 상태이며, 인력작업은 주로 반자동화 라인에 대한 자재 투입 및 중간 조립, 검사부분에 집중되어 있다. 대상 사업장에서 생산되는 주요 품목은 차량용 잠금장치를 비롯한 10여 가지로 각 품목마다 제조공정은 다소 상이하나, 공통적으로 자재투입 → 중간조립 → 완성 → 검사 → 포장의 공정을 가지고 있다. 대부분의 작업공정이 반자동 라인으로 일반적인 흐름작업에 비해 속도가 빠른 특징을 가지고 있다. 대부분 정적 입식작업의 형태를 취하는 경우가 많았으며 주로 손과 손목을 집중적으로 사용하는 공정이 많은 특징을 보이고 있다.

#### 3.2 설문 조사 결과

설문은 한국산업공단의 근골격계 질환 증상조사표 (KOSHA CODE H-30-2003)를 사용하여, 사업장내의 모든 현장근로자를 대상으로 실시하였다. 총 참여인원은 근로인원 93인으로 작업자의 설문내용을 대상으로 결과를 살펴보았다. 먼저 설문 조사에 참여한 작업자의 부서별 인원은 다음과 같았다.



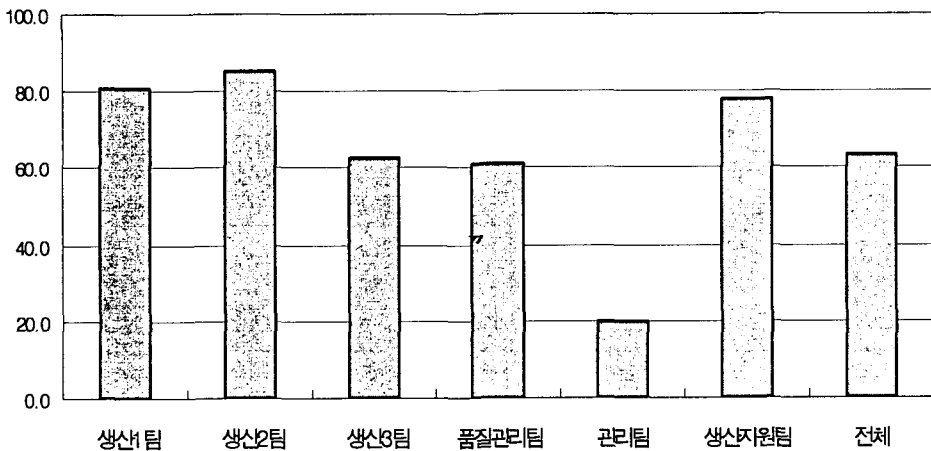
<그림 1> 설문응답자의 부서별 인원

### 3.2.1 지난 1년간 근골격계 관련 증상 경험자 비율

먼저 지난 1년간 근골격계 관련 증상 경험자 비율을 살펴보면 조사 작업자 93명 중 59명이 근골격계 관련 증상을 경험한 것으로 나타나 63.4 %의 작업자가 증상경험자로 분류되었다.

<그림 2>의 부서별 근골격계 관련 증상 경험자 비율을 보면, 생산2팀이 85.2%로 가장 높게 나타났으며, 생산1팀, 생산지원팀의 순으로 나타났다. 제조팀 중 생산1팀, 2팀의 경우 증상 경험자가 85.2 %, 80.6 %로 비슷하게 나타났으며, 생산 3팀의 경우에는 그 비율이 다소 낮게 나타났다.

이는 생산 1, 2팀의 경우 대부분이 정적 입식작업으로 부하가 걸리는 공정이 생산 3팀보다 많기 때문인 것으로 보인다. 또, 생산지원팀의 증상 경험자도 타 부서에 비해 높게 나타났는데, 생산지원팀의 경우 사내의 설비관리가 주된 업무로 상시작업의 형태가 아닌 일시작업 형태이나, 부서원들의 근속기간이 타 부서에 비해 다소 길기 때문인 것으로 파악된다.



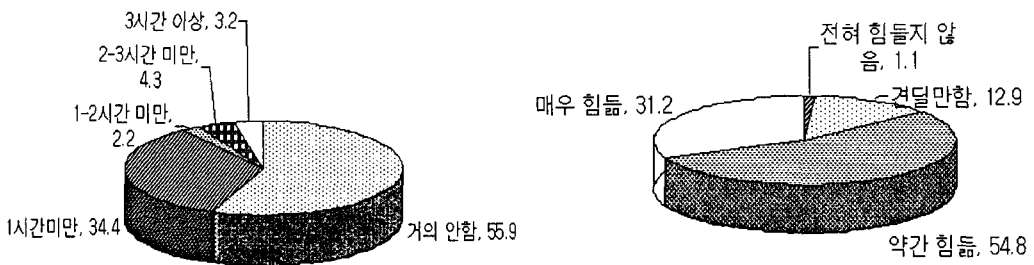
<그림 2> 부서별 근골격계 관련 증상 경험자 비율(지난 1년간)

### 3.2.2 하루 평균 가사노동 시간

근골격계 질환은 작업뿐만 아니라, 가사노동 등의 원인이 복합적으로 작용하여 발생하므로 작업자들의 하루 평균 가사노동 시간을 살펴볼 필요가 있다. <그림 3-a>의 조사결과를 살펴보면 가사노동을 거의 안하는 작업자의 비율과 1시간 미만의 가사노동을 하는 작업자의 합계가 전체 작업자의 90.3%로, 가사노동은 대다수 근로자의 근골격계 질환의 발생에 미치는 영향이 미미할 것으로 예상할 수 있다.

### 3.2.3 작업자가 느끼는 일의 강도

작업자들이 느끼는 일의 강도를 조사한 결과가 <그림 3-b>에 나타나 있다. 결과를 살펴보면 약간 힘들다고 답한 근로자의 비율이 54.8 %, 매우 힘들다고 답한 근로자의 비율은 31.2 %로 86 %의 작업자가 일이 힘들다고 답했으며, 전혀 힘들지 않거나 견딜만하다고 답한 작업자의 비율은 14 %로 작업자들이 느끼는 일의 강도는 높은 것으로 조사되었다.



(a) 하루 평균 가사 노동시간 (b) 작업자가 느끼는 일의 강도

<그림 3> 하루 평균 가사 노동시간 및 작업자가 느끼는 일의 강도

### 3.2.4 응답자가 느끼는 통증의 구체적 부위

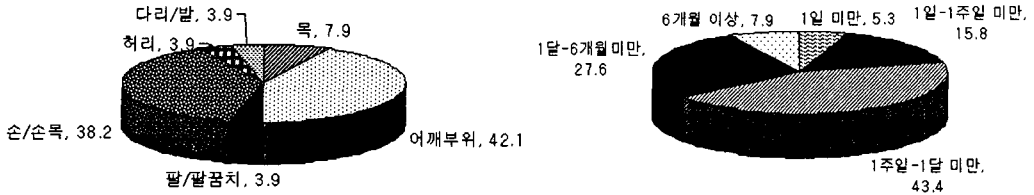
위에서 언급한 지난 1년간 근골격계 질환을 경험한 유경험자 59명에 대하여 통증의 구체적인 부위에 대한 설문을 진행하였다. 설문 대상자에게 통증을 느끼는 부위를 모두 기재하도록 하여, 해당 부위의 유경험자를 대상자수로 나눈 백분율을 나타내었다.

<그림 4-a>에서 조사결과를 살펴보면 유경험자 중 42.1 %의 작업자가 어깨부위에 통증을 느끼고, 그 다음에 손/손목, 목, 팔/팔꿈치 순으로 순위가 나타났다. 따라서 본 작업장에서 가장 큰 위험요인은 어깨와 손을 많이 쓰는 작업형태, 예를 들면 중량물 작업, 팔을 이용한 단순 반복 작업 등에 있다고 할 수 있다.

### 3.2.5 통증의 지속기간

통증이 한 번 발생할 경우 그 지속기간에 대한 설문응답의 결과를 <그림 4-b>에서 살펴보면 근골격계 질환 유경험자 중 약 79 %의 작업자가 1주일 이상의 통증지속기간을 가지는 것으로 나타났다.

이는 KOSHA CODE H-28-2002의 평가 기준과 관련 유경험자중 79%의 작업자가 근골격계 질환으로 발전될 가능성을 가지고 있다고 할 수 있다. (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)



<a> 응답자가 느끼는 통증의 구체적 부위      <b> 통증의 지속기간  
<그림 4> 통증부위 및 통증의 지속기간

### 3.2.6 통증의 정도

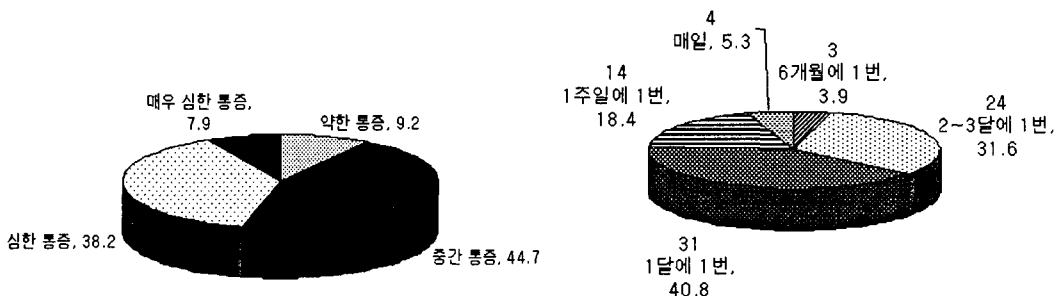
통증이 한 번 발생할 경우 그 지속기간에 대한 설문응답의 결과를 <그림 5-a>에서 살펴보면 근골격계 질환 유경험자 중 약 91% 정도의 작업자가 중간정도 이상의 통증을 호소하고 있음을 알 수 있다.

이는 KOSHA CODE H-28-2002의 평가 기준과 관련 유경험자 중 90%의 작업자가 근골격계 질환으로 발전될 가능성을 가지고 있다고 할 수 있다.

### 3.2.7 1년간 증상의 경험빈도

지난 1년동안 나타난 증상의 빈도에 대한 설문 응답결과를 분석해 보았다. <그림 5-b>에서 볼 수 있듯이 1달에 1번 이상 증상이 나타나는 유경험자는 전체의 65 %로 나타났으며, 이는 KOSHA CODE H-28-2002의 평가 기준과 관련 유경험자중 65 %의 작업자는 빈도수 측면에서 근골격계 질환으로 발전될 가능성을 가지고 있다고 할 수 있다.

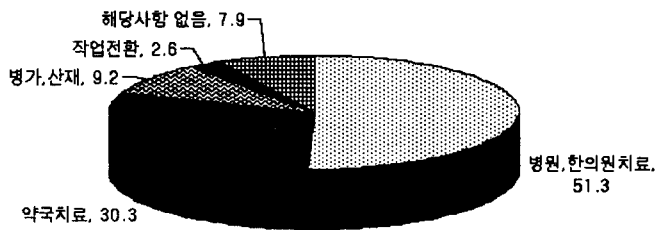
그러나, KOSHA CODE H-28-2002는 빈도수가 1달에 1번 이상이며, 중간정도 이상의 통증을 가지고 있는 경우를 근골격계 질환으로 발전될 가능성이 있다고 보고 있으며, 이 기준을 적용하면 설문조사 결과로는 유경험자의 약 65 %로 전체 근로자의 41 % 정도가 근골격계 질환의 위험에 노출되어 있다고 볼 수 있다.



<a> 통증의 정도      <b> 통증의 빈도  
<그림 5> 통증의 정도 및 빈도

### 3.2.8 증상과 관련한 대책 현황

<그림 6>에서 근골격계질환 유경험자들의 증상과 관련한 대책을 살펴보면, 약 51% 정도의 작업자가 병원이나, 한의원 치료를 한 것으로 나타났으며, 30%의 작업자는 약국을 이용한 것으로 조사되어 치료에 비교적 적극적인 것으로 조사되었으며, 작업전환이나 병가, 산재의 비율은 약 11% 정도로 조사되어 사업장의 보다 적극적인 대처가 요구되는 것으로 나타났다.



<그림6> 작업자들이 경험 증상에 대해 취한 대책 현황

## 3.3 작업 공정별 근골격계 질환 유해요인 조사 및 작업환경 개선

근골격계 유해요인 조사는 대상 사업장의 완전 자동화 공정을 제외한 전체 공정을 대상으로 실시하였다. 대상 사업장의 작업 특성을 살펴보면 대부분의 공정에서 취급하는 부품자체의 하중은 그리 크지 않으나, 반자동화 라인의 특성상 작업속도가 빠른 편이어서 반복도가 크다는 특징을 가지고 있다.

또한, 손과 손목을 비틀어 부품을 조립하거나 검사하는 공정에서 손과 손목, 어깨에 부담이 가는 작업형태를 취하고 있으며, 이는 3.2.4절의 설문조사 결과와 같이 작업자들이 느끼는 어깨 및 손, 손목의 통증의 원인으로 볼 수 있다.

본 연구에서는 이와 같은 작업특성을 고려하여 근골격계 부담 작업에 대한 유해요인 조사를 실시하였으며, 평가결과에 따라 적절한 개선안을 제시하였다. 3.3.1~6절에 대상 작업 중 주요한 작업에 대한 평가결과와 개선대책을 수록하였다.

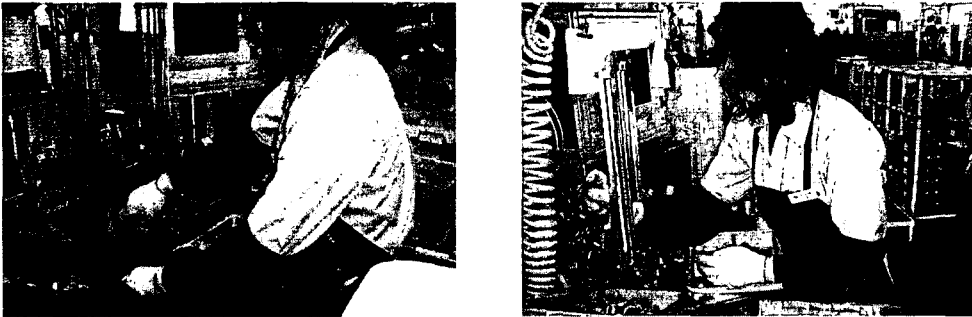
### 3.3.1 L/S, L/P 조립

이 공정은 <그림 7>과 같이 로터를 왼손으로 펀치그립하여 자동화 라인에 투입한 후, 오른손으로 열쇠를 로터 조립기에 삽입하여 인식시킨 후, 손목이 굴절된 상태로 로터에 꽂아 전면의 버튼을 누른 뒤 윤활류를 회내형태로 찍어 좌측에 있는 로터 케이스에 로터를 삽입하는 작업이다. 이 공정은 펀치그립 동작의 반복으로 손가락 관절에 부하가 누적되며, 작업점까지의 수평거리가 51cm로 정상 작업영역을 벗어나므로 어깨 부위에 피로가 누적되는 유해요인을 가지고 있다. 또한, 회내, 회외 동작의 반복으로 손목부위에도 무리한 동작이 요구된다는 특징이 있다.

이 공정에 대한 평가는 QEC와 RULA, Strain Index를 사용하여 이루어졌다. <표 1>

에서 QEC. 평가결과를 살펴보면 73 %로 즉시 개선요망 그룹에 속하는 작업으로 평가 되었으며, 부위별 평가점수를 살펴보면 손/손목 부위의 Score가 가장 크게 나타났으며, 이어 어깨의 위험도가 큰 것으로 나타났다. 또, RULA는 가장 좋지 않은 작업자 세로 보이는 팔뻗침 동작을 기준으로 평가하였으며, 평가결과 Action Level 4로 팔뻗침 자세 자체의 유해도는 그리 높지 않은것으로 평가되었다.

이 공정은 손과 손목의 굴곡 및 비틀림 동작의 빈도가 높은 공정으로 손과 손목에 부가되는 부하를 평가하기 위하여 SI 점수를 산출하였다. <표 1>의 평가결과와 같이 본 공정의 SI 점수는 54로 위험한 작업의 기준이 되는 SI점수 7의 9배로 유해요인이 매우 큰 작업임을 알 수 있다.



<그림 7> L/S, L/P 조립 공정

<표 1> 인간공학적 평가도구를 사용한 L/S, L/P 조립 공정의 분석결과

평가도구	작업명	신체부위				작업자평가	노출비율(%)
		허리	어깨/팔	손/손목	목		
QEC	L/S, L/P조립	14	34	40	14	626	72.7

평가도구	작업명	신체부위	A분석 (팔, 손목)	B분석 (목, 몸통, 다리)	C분석 (근육, 무게)		최종점수
					행	열	
					RULA	L/S, L/P조립	

평가도구	작업명	신체부위	노력의 정도	노력지속 시간 (%)	분당노력의 횟수	손/손목 자세	작업 속도	하루 작업시간	SI 점수



### 3.3.2 로터 케이스 조립

이 공정은 <그림 8>과 같이 부품케이스를 컨베이어 벨트에 올려놓고, 좌측에 있는 부품을 양손으로 집어 케이스에 옮겨 담은 뒤, 로터 케이스에 그리스를 바른 후 고무 스토퍼를 삽입하고, 좌, 우 손으로 결착한 다음 로터커버를 조립한 후 핀치그립 형태로 스프링을 결착하는 작업이다. 당 공정은 스프링 결착시 1, 2 수지에 과도한 힘이 요구되어 수지부위에 상당한 부하가 가중되며, 손가락 및 손목의 반복도가 1분당 54회 정도로 매우 높은 특징을 보였다. 이 공정의 작업자는 1주일 중 5일가량 통증을 느끼며, 어깨, 팔, 손가락 부위에 만성적인 통증을 호소하였다.

<표 2>에서 이 공정에 대한 QEC 분석결과를 살펴보면 노출비율이 72%로 위험도가 가장 높은 그룹에 속하는 작업으로 평가되었으며, 이는 근로자가 주관적으로 느끼는 작업의 부하와 평가자가 객관적으로 평가한 평가결과로부터 얻어진 결과이다. 부위별 평가점수를 살펴보면 손/손목 부위의 평가점수가 가장 크게 나타났으며, 이는 본 작업시 해당 부위의 유해요인이 가장 큼을 의미한다. RULA는 상지의 팔뻗침 작업의 유해도를 평가하기 위해 실시하였으며, 평가결과 Action Level 5로 해당 동작의 유해도는 그리 높지 않게 나타났다. 손, 손목의 부하를 살펴보기 위한 SI 평가결과는 기준이 되는 SI Score 7을 18배 초과한 121.5로 평가되었으며, 이는 손과 손목에 가중되는 부하의 경우 그 위험도가 매우 높음을 의미한다.



<그림 8> 로터케이스 조립 공정

<표 2> 인간공학적 평가도구를 사용한 로터케이스 조립 공정의 분석결과

평가도구	신체부위 작업명	허리	어깨/ 팔	손/손목	목	작업자평가	노출비율(%)

평가도구	신체부위 작업명	A분석 (팔, 손목)	B분석 (목, 몸통, 다리)	C분석 (근육, 무게)		최종점수
				행	열	
RULA	로터케이스 조립	3	4	4	5	5

평가도구	신체부위 작업명	노력의	노력지속	분당노력의	손/손목	작업	하루	SI
		정도	시간 (%)	횟수	자세	속도	작업시간	
Strain Index	로터케이스 조립	3	70	54	3	4	8	121.5

### 3.3.3 레버 CTP 조립 공정

이 공정은 <그림 9>와 같이 로터커버를 오른손으로 잡고 트렁크 록에 끼운 후 코킹 머신에 올려놓고 오른손으로 스프링을 엄지로 지지한 상태로 결착하는 공정으로, 트렁크 록을 양손으로 쥐어 레버삽입 머신에 올려놓은 후, 전방의 작동스위치를 쳐서 작동시킨 후 레버에 우측 전방에 있는 케이블을 양손으로 밀어 결착하는 공정이다. 이 공정은 결착공정에서 1, 2 수지에 과도한 힘이 요구되며, 작업점까지의 수평거리가 멀어 팔뚝침 동작으로 어깨와 허리부위에 피로가 누적된다. 또한, 조립공정상의 손가락 및 손목의 반복동작이 지대하여 해당부위에 유해요인으로 작용한다.

<표 3>에서 QEC의 분석결과를 살펴보면 노출비율이 72%로 위험도가 가장 높은 그룹에 속하는 작업으로 평가 되었으며, 이는 근로자가 주관적으로 느끼는 작업의 부하와 평가자가 객관적으로 평가한 평가결과로부터 얻어진 결과이다. 부위별 점수를 살펴보면 손, 손목 부위의 점수가 가장 크게 나타났으며, 이는 이 부위의 유해요인이 가장 큼을 의미한다. RULA는 상지의 팔뚝침 작업의 유해도를 평가하기 위해 실시하였으며, 평가결과 Action Level 3으로 평가되었으며, 이는 RULA로 평가한 해당 작업의 상대적 위험도는 타 동작에 비해 다소 낮음을 의미한다. 손, 손목의 부하를 살펴보기 위한 SI.평가결과는 위험한 작업의 기준이 되는 기준점수 7의 11배로 81로 평가되었으며, 이는 손과 손목에 가중되는 부하의 경우 그 위험도가 매우 높음을 의미한다.



<그림 9> 레버 CTP 조립공정

<표 3> 인간공학적 평가도구를 사용한 레버 CTP 조립공정의 분석결과

평가도구	신체부위 작업명	허리	어깨/ 팔	손/손목	목	작업자평가	노출비율 (%)	
							행	열
QEC	레버 CTP 조립	14	34	40	14	26	72.7	

평가도구	신체부위 작업명	A분석 (팔, 손목)	B분석 (목, 몸통, 다리)	C분석 (근육, 무게)		최종점수
				행	열	
RULA	레버 CTP 조립	3	2	4	3	3

평가도구	신체부위 작업명	노력의 정도	노력지속 시간 (%)	분당노력 의 횟수	손/손목 자세	작업 속도	하루 작업 시간	SI 점수

### 3.3.4 볼트조립 공정

이 공정은 왼손에 도어록을 쥐고, 오른손으로 볼트를 2개 끼운후, 전면에 있는 전동 드라이버를 이용하여 조립한 뒤, 케이블 및 안테나 코일을 밀어서 결합한 후 전동 드라이버를 이용하여 스크루를 조립한다.

본 공정은 손가락 및 손목 동작의 높은 반복성으로 해당 부위에 피로가 누적되며, 전동 드라이버 파지 작업시 손목자세가 요골편향 자세로 수근 관절부위에 높은 부담이 부가되는 특징을 보이고 있다.

<표 4>에서 QEC의 분석결과를 살펴보면 노출비율이 72%로 위험도가 가장 높은 그룹에 속하는 작업으로 평가 되었으며, 손, 손목 부위의 점수가 가장 크게 나타나 이 부위의 유해요인이 가장 크게 나타났다.

RULA는 상지의 팔뻗힘 작업의 유해도를 평가하기 위해 실시하였으며, 평가결과 Action Level 3으로 RULA로 평가한 해당 작업의 상대적 위험도는 타 동작에 비해 다소 낮게 조사되었다. 손/손목의 부하를 살펴보기 위한 SI 점수 결과를 살펴보면 81로, 이는 손과 손목에 가중되는 부하의 경우 그 위험도가 매우 높음을 의미한다.

또한, 이 작업의 경우 공정으로 인한 유해요인 뿐 아니라 작업자의 잘못된 습관으로 인한 요골편향 자세도 또 다른 유해요인으로 작용하고 있다.



<그림 10> 볼트조립 공정

<표 4> 인간공학적 평가도구를 사용한 볼트조립 공정의 분석결과

평가도구	작업명	신체부위				작업자평가	노출비율(%)
		허리	어깨/팔	손/손목	목		
QEC	볼트조립 공정	14	34	40	14	26	72.7

평가도구	작업명	신체부위	A분석 (팔, 손목)	B분석 (목, 몸통, 다리)	C분석 (근육, 무게)		최종점수
					행	열	
RULA	볼트조립 공정		3	2	4	3	3

평가도구	작업명	신체부위		분당노력의 횟수	손/손목 자세	작업 속도	하루 작업시간	SI 점수
		노력의 정도	노력지속 시간 (%)					
Strain Index	볼트조립 공정	3	70	27	2	4	6	81.0

### 3.3.5 검사 및 포장

이 공정은 완제품을 전방의 완성검사기에 올려놓고, 케이블을 오른손으로 잡고 밀어 끼운 뒤 버튼을 누른 후, 오른손으로 열쇠를 제품에 끼워 전방 표시장치에 나타난 검사결과를 관찰하면서 1, 2 수지의 핀치그립 자세로 오른손으로 키를 3회 반복회전, 검사작업을 한 뒤, 제품 케이스를 들어서 테이프 작업을 한 뒤 우측에 있는 제품 상자에 담은 작업공정이다. 본 작업은 타 작업과 마찬가지로 손가락 및 손목의 높은 반복 동작이 가장 문제가 되며, 전방 표시장치 관찰시 목 부위가 뒤로 젖혀짐으로 인한 부담도 발생하고 있다. 또한, 오른손으로 열쇠를 회전하는 반복 동작 시 1, 2 수지에 과도한 부하가 가중되는 문제점도 가지고 있다.

<표 4>에서 QEC의 분석결과를 살펴보면 노출비율이 66%로 위험도가 가장 높은

그룹에 속하는 작업으로 평가 되었으며, 손, 손목 부위의 점수가 가장 크게 나타나 이 부위의 유해요인이 가장 큰 것으로 평가되었다. RULA는 최종검사 작업시의 작업자세를 평가하기 위하여 사용하였으며, 평가결과 해당 동작은 Action Level 7로 최종 검사 작업시의 유해도가 다소 크게 나타났음을 알 수 있다. 손, 손목의 부하를 살펴보기 위한 SI 평가결과는 60.8로 평가되었으며, 이는 손과 손목에 가중되는 부하의 경우 그 위험도가 매우 높음을 의미한다.



<그림 11> 검사 및 포장공정

<표 5> 인간공학적 평가도구를 사용한 검사 및 포장공정의 분석결과

평가도구	신체부위 작업명	허리	어깨 /팔	손/손목	목	작업자평가	노출비율(%)
QEC	검사 및 포장공정	14	34	40	14	14	65.9

평가도구	신체부위 작업명	A분석 (팔, 손목)	B분석 (목, 몸통, 다리)	C분석 (근육, 무게)		최종점수
				행	열	
				RULA	검사 및 포장공정	

평가도구	신체부위 작업명	노력의 정도	노력지속 시간 (%)	분당노력의 횟수	손/손목 자세	작업 속도	하루 작업시간	SI 점수
Strain Index	검사 및 포장공정	3	70	12	3	4	8	60.8

### 3.3.6 유해요인 부담작업 개선안 요약

대상 사업장은 자동차용 잠금 장치를 비롯한 자동차용 부품을 조립하는 사업체로서 작업 공정 대부분이 부품을 삽입하고, 인력 조작을 거쳐, 검사한 뒤 포장하는 작업형태를 띄고 있다.

컨베이어 라인의 형태를 가지고 있는 반자동화 라인의 형태로 작업속도가 상대적으로 빠른 편이며, 공정상 인력으로 열쇠를 조작하는 작업의 형태가 많기 때문에 대부분 손과 손목, 어깨에 부하가 집중되는 특성을 보이고 있다. 이러한 작업장의 유해요인을 개선하기 위해서는 손과 손목작업의 반복도를 감소시켜주는 것이 우선적으로 고려되어야 한다.

이를 위해서는 현재 일부공정에 도입되어 있는 열쇠 조작 작업의 자동화 공정과 같이 손과 손목에 부하가 많이 걸리는 부분의 자동화 등을 통해 작업자의 부하를 줄여 줄 필요성이 있다. 또한, 전반적으로 작업점이 높이 및 작업점 수평거리가 멀어 어깨에 부담을 주고 있는 상황이므로, 설비개선을 통해 작업점의 높이 및 거리를 조정할 필요성이 있다. 또한, 정적 작업자세와 반복성 동작으로 인한 근육 이완을 위해 스트레칭을 활성화한다면 유해요인의 상당부분을 개선할 수 있을 것으로 판단된다.

이와 같은 개선안은 비용대비 효과의 관점에서 우선순위를 결정하여 단기적 혹은 장기적으로 개선해 나가야 할 것이다. 본 논문에서 다룬 주요한 작업공정의 작업특성 및 작업환경 개선안을 <표 6>에 수록하였다.

<표 6> 작업공정별 작업 특성 및 작업환경 개선안

공정명	작업 특성	작업환경 개선안
L/S, L/P조립	작업점 수평거리 부적절(51cm), 반복도가 높은 단순작업	작업량 조절, 작업점 수평거리가 정상영역(40~45cm)안에 위치하도록 설비재배치
로터케이스 조립	작업점 수평거리 부적절(54cm), 핀치그립형태의 단순 반복작업	작업량 조절, 작업점 수평거리가 정상영역(40~45cm)안에 위치하도록 설비재배치
레버CTP 조립	작업점 수평거리 부적절, 반복도가 높은 단순 정적작업	작업량 조절, 작업점 수평거리가 정상영역(40~45cm)안에 위치하도록 설비재배치, 피로방지용 매트 및 발걸이 설치
볼트조립	전동 드라이버를 사용하는 단순 반복 정적작업	작업량 조절, 드라이버의 적절한 사용을 위한 교육 실시
검사 및 포장	부적절한 작업점 높이 및 수평거리, 중량물(5~7kgf)의 반복인양 작업	작업량 조절, 작업점 조절을 위한 설비재배치, 검사과정의 기계화 고려

## 4. 결 론

현 생산 공정의 근골격계 질환 유해요인을 조사한 후, 그 결과를 바탕으로 작업환경 개선안을 제시하였다. 이를 위해 먼저 증상 설문 조사를 통해 근로자들의 근골격계 질환 증상의 현황을 파악하였으며, 설문결과 약 63%의 작업자들이 증상경험자로 분류되었다. 부서별 조사결과로는 타 부서에 비해 부하작업이 많은 생산 1팀과 2팀의 비율이 타 부서에 비해 높은 것으로 평가되었다. 또, 증상 경험자의 경우 대다수가 손/손목, 어깨 부위에 통증을 느낀다는 응답이 80%로 대다수를 차지하였으며, 증상의 빈도나 통증의 정도에 대한 조사결과 통증 유경험자 중 약 65% 정도의 작업자가 근골격계 질환이 의심되거나 질병으로 발전될 가능성이 있는 것으로 평가되었다.

또, 증상과 관련한 대책 현황을 살펴보면 약 51% 정도의 작업자가 병원이나, 한의원 치료를 한 것으로 나타났으며, 30%의 작업자는 약국을 이용한 것으로 조사되어 치료에 비교적 적극적인 것으로 조사되었으며, 작업전환이나 병가, 산재의 비율은 약 11% 정도로 조사되어 사업장의 보다 적극적인 대처가 요구되는 것으로 나타났다. 작업 공정별 근골격계 부담작업의 유해요인 조사결과 작업의 특성상 대부분 손과 손목을 사용하여 제품을 조작하는 공정에 유해도가 큰 것으로 나타났으며, 반자동화된 라인의 속도도 인력작업으로 커버하기에는 다소 빠른 것으로 조사되었다.

따라서, 이와 같은 사업체의 근골격계 부담작업의 유해요인 개선을 위해서는 우선 열쇠 조작작업의 부분 자동화등을 통한 인력작업 공정의 감소가 가장 먼저 검토되어야 할 것으로 판단되었다. 그 밖에 장시간의 정적 입식작업으로 인한 근육의 긴장을 완화하기 위한 스트레칭의 활성화 등도 개선안의 하나로 제시할 수 있다. 본 논문에서는 이와 같은 사례연구를 통하여 본 사업장과 같은 자동차용 부품 사업장에 있어서의 근골격계 질환의 유해요인과 이를 개선하기 위한 방안을 제시하였으며, 이는 비슷한 유형의 작업형태를 띄고 있는 사업장의 근골격계 질환 유해요인 조사 및 개선을 위한 접근방안 수립에 있어 유용하게 사용될 수 있을 것으로 판단된다.

## 5. 참 고 문 헌

- [1] McAtamney, L. and Corlett, E.N, "RULA: A Survey Method for the Investigation of Work-Related Upper Limb Disorders", *Applied Ergonomics*, 24(2), 1993 : 91-99.
- [2] 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 No, 1994 : 94-110.
- [3] Moore, J. S., and Garg, A, "The Strain Index: A Proposed Method to Analyze Jobs For Risk of Distal Upper Extremity Disorders", *AIHA Journal* , 56(5), 1995 : 443-458.
- [4] United Auto Workers-General Motors Center for Human Resources, "UAW-GM

Ergonomics Risk Factor Checklist RFC2”, Health and Safety Center, 1998.

[5] 한국산업안전공단, 안전작업, 기술지침(KOSHA-CODE집), 2002.

[6] 한국산업안전공단, 안전작업, 기술지침(KOSHA-CODE집), 2003.

[7] 노동부, 근골격계 질환 예방업무 편람, 2004.

## 저 자 소 개

**양 성 환** : 현 국립한국재활복지대학 의료보장구과 교수. 숭실대학교 환경공학과 석사학위, 아주대학교 산업공학과 박사학위를 취득하였으며, 산업위생관리기술사이다. 주요 관심분야는 생체역학, 안전공학, 인간공학, 작업개선, 산업위생학 등이다.

**조 문 선** : 현 국립한국재활복지대학 의료보장구과 교수. 인하대학교 기계공학과를 졸업하였으며, 한국과학기술원(KAIST) 기계공학과에서 석사, 박사학위를 취득하였다. 주요 관심분야는 시스템 규명 및 설계, 인간공학 등이다.

## 저 자 주 소

**양 성 환** : 경기도 수원시 장안구 정자동 그린맨션 나동 306호

**조 문 선** : 경기도 용인시 기흥읍 서천리 현대 APT 104-604