

산업용 펌프 조립공정에서의 근골격계 질환 유해요인 조사

김대식

An Investigation on the Risk Factors of Musculoskeletal Disorders in the Assembly Line for Industrial Pump

Dae - Sig Kim *

Abstract

Musculoskeletal Disorders are usually caused or aggravated by poor work processes and unsuitable working conditions - that involve repetitive or forceful movements or the maintenance of constrained or awkward postures. The condition is characterized by discomfort and persistent pain. An investigation on the risk factors of musculoskeletal should have done one time per three years. Cause of musculoskeletal disorders for assembly line worker was a low back pain(LBP). Recommendations of improvement for productivity are redesign of working conditions, exercise, prevent of musculoskeletal disorders and avoiding stress.

keyword 근골격계 질환, 유해요인 조사, OWAS, JSI

I. 서론

최근의 우리 산업사회에서는 산업재해가 줄어드는 대신에 목, 어깨 등이 아프거나 마비되는 경견완 장애와 직업성 요통 등의 근골격계 질환(Musculoskeletal Disorders) 혹은 누적외상성 질환(Cumulative Trauma Disorders : CTDs)은 오히려 늘고 있다. 이는 단순반복작업, 불량한 작업자세, 노동강도 강화 때문이기도 하지만 핵심적인 원인

* 안산공과대학 산업경영과

은 구조조정과정에서 정리해고와 희망퇴직으로 작업인원은 줄고 생산량은 증가하면서 노동강도가 강화되어 발생하는 것이 가장 큰 원인이다. 많은 근로자들이 근골격계 질환을 호소하고 있지만, 기업들은 이 문제에 대해 대부분 개인적인 병으로 취급하여 산재를 은폐하고 있고 산재요양 신청 또한 잘 받아들여지지 않고 있다. 본 연구에서는 D산업의 조립공정의 분석을 통하여 근골격계 질환을 예방할 수 있는 대책을 제시하고자 한다.

II. 유해요인 조사방법

근골격계 질환에 대한 유해요인조사는 1회/3년 시행하도록 되어 있으며, 대상은 년 간 10인 이상의 재해가 발생하는 사업장이 되며, 노사 이견으로 노동부정관이 명령하는 사업장이 포함된다. 유해요인의 내용으로는 유해요인조사, 작업환경 개선, 의학직 관리, 교육·훈련, 유해성 등에 관한 교육, 근골격계 질환 예방프로그램 등이 포함된다.

본 연구에서는 산업안전보건법 제 24조와 관련하여 “근골격계 부담작업 유해요인조사”에 관하여 산업보건기준에 관한 규칙 제 143조에 근거하여 유해요인조사를 실시하였다.

2.1 조사방법 및 조사도구

조사방법은 사업장의 작업환경 및 작업조건관련 기초자료 분석, 작업현장시찰, 관찰, 면담, 설문조사, 유해요인정밀조사, 카메라촬영, 동영상촬영 등을 하였으며, 조사도구는 KOSHA CODE H-30-2003을 기본지침으로 하여 유해요인기본조사와 작업분석, 평가 도구 등을 사용하였다.

2.2 작업장 현황조사

작업공정, 생산품 및 부품에 대한 정보, 근로자 위치시향 등 작업현장에 대한 전반적인

조사와 근로자 면담 등을 통하여 유해요인조사의 기본방향을 설정하고, 조사대상 및 조사방법의 선정 등 기초자료를 수집하였다.

2.3 근골격계질환 증상조사

한국산업안전공단에서 규정하고 있는 KOSHA CODE의 근골격계 질환 증상조사표를 이용하여 전체 근로자를 대상으로 설문조사를 실시하는 것을 원칙으로 하였으며, 현재 작업자들이 느끼는 근골격계 질환에 대한 자각증상의 파악을 통하여 증상호소율을 파악하였다.

Ⅲ. 유해요인 조사 실시

D산업은 경기도 안산시에 위치하며 주생산품은 산업용 펌프이고 62명의 종업원이 근무하고 있다.

3.1 조립공정의 근골격계 부담작업

조립공정은 출·입고, 홀가공, 사상, 조립, 용접 그리고 시험 등의 단위공정으로 구성되어 있다. 아래 표는 조립작업에 대한 11가지 근골격계 부담작업을 조사, 분석한 표이다. 표에 의하면 조립공정 중에서 사상, 조립작업의 경우, 하루 2시간 이상의 작업으로 신체의 각 부분에 부담이 되는 것으로 나타났다.

사업장명	덕지산업(주)					조사 일자		2006년 02월 15일		조사자		홍순천, 신상열	
공정명	조립					공정 내용		가공된 반제품을 각종 m/c를 이용하여 조립작업					
구분	1)	2)	3)	4)	5)	6)	7)	8)	9)	10)	11)		
노출 시간	아무에 중 4시간 이상	아무에 중 2시간 이상	아무에 중 2시간 이상	아무에 중 2시간 이상	아무에 중 2시간 이상	아무에 중 2시간 이상	아무에 중 2시간 이상			아무에 중 2시간 이상	아무에 중 2시간 이상		
노출 빈도								아무에 중 10회 이	아무에 중 25회 이	분당 2회 이상	시간당 10회 이상		
신체 부위	손, 손가락 팔, 어깨	목, 어깨, 손 목	어깨, 팔	목, 머리	다리, 무릎	손가락	손	어리	어깨	목, 무릎 팔꿈치			
작업 자세 및 내 용	집중적인 입력 작업 (마우스, 키 보드 사용)	같은 동작 반복 작업	.머리위에 손 발꿈치가 동떨어지 는 상태로 작업 팔꿈치를 몸 뒤쪽에 위치	구부리거나 비틀(지지 되지 않은 상태, 자세 변경 불가)	조그리고 없거나 무 릎 굽힘	한 손가락 잡아 옮기 거나 쥐는 작업 (지지되지 않은 상태)	팔꿈치를 한손으로 잡거나 잡는 작업	팔꿈치를 드는 작업	어깨 위에 서 팔을 받은 상태에서 팔꿈치를 드는 작업	팔꿈치를 드는 작업	반복적인 공격		
무 게						.1Kg이상의 중간 들기 .2Kg이상에 상중하는 힘으로 쥐기	.4.5Kg이 상의 중간 들 기 동일한 힘으로 잡기	25Kg 이 상	10Kg 이 상	4.5Kg 이 상	-		
단 위	출, 입고	X	X	X	X	X	X	0	X	X	X		
	홀가공	X	0	0	0	X	0	X	0	X	X		
	사상	X	0	0	0	0	0	X	0	X	X		
	조립	X	0	0	0	0	X	0	X	X	X		
	용접	X	0	0	X	0	0	X	0	X	X		
	명 시원	X	X	X	X	X	X	0	X	X	X		

3.2 유해요인 기본조사표

조립공정에 대한 유해요인 기본조사표는 다음과 같다.

[※ 해당사항에 √ 하시고, 내용을 기재하십시오.]

● 조사구분	■ 정기조사	수시 조사 <input type="checkbox"/> 근골격계부담으로 인한 질환자 발생시 <input type="checkbox"/> 새로운 작업, 설비 도입시 <input type="checkbox"/> 업무의 양과 작업공정 등 작업환경 변경시
● 조사일시	2006. 02. 16	● 조사자 홍순천, 신상열
● 부서명	생산부	
● 직업공정명	조립	
● 작업명	사상, 용접, 홀가공의 작업을 통하여 1차 가공된 부품을 조립하기 위한 작업.	

가. 작업장 상황 조사

● 작업설비	■ 변화없음	□ 변화있음(언제부터 :)
● 작업량	■ 변화없음	□ 줄음(언제부터 :) □ 늘어남(언제부터 :) □ 기타()
● 작업속도	■ 변화없음	□ 줄음(언제부터 :) □ 늘어남(언제부터 :) □ 기타()
● 업무변화	■ 변화없음	□ 줄음(언제부터 :) □ 늘어남(언제부터 :) □ 기타()

나. 작업조건 조사

1단계 : 작업별 과제 내용 조사

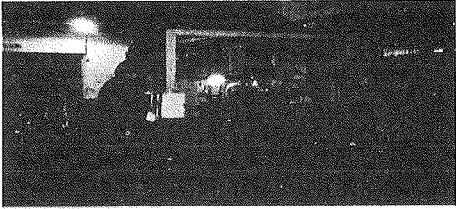

직종별(Job Title) : 조립반	
작업내용(Tasks) : 사상, 용접, 홀가공의 작업을 통하여 1차 가공된 부품을 조립하기 위한 작업	
부품의 평균 무게 : 30~40KG	운반방법 : 호이스트 및 이동대차
일일 운반량 : 5~6회	운반거리 : 10M

2단계 : 각 작업별 작업부하 및 작업빈도 : 근로자 면담



작업부하 (A)	점수	작업빈도 (B)	점수
매우 쉬움	1	아주가끔(2개월마다 1~2회)	1
쉬움	2	가끔(하루 또는 주 2~3회)	2
약간 힘들	3	자주(1일 4시간)	3
힘들	4	계속(1일 4시간이상)	4
매우 힘들	5	초과 근무 시간(1일 8시간이상)	5

작업명	작업부하 (A)	작업빈도(B)	총계(A×B)
홀가공	4	5	20
사상	4	5	20
조립	4	5	20
용접	4	5	20
시험	4	5	20

나. 작업조건 조사

3 단계 : 유해요인 및 원인 평가서			
직 종 명	일반 기능직		
			
유 해 요 인	유 해 요 인에 대한 원인	총 점 수	부담 작업번호
작업 2 : 조립반 (올 가공)	- 단순반복 작업이 장시간 지속되어 따른 신체부담 피로도 증가	20점	2/3/4/6/8번
부담신체부위 : 목, 어깨, 손목, 팔,	- 근로자 고정배치, 업무순환 미 실시 - 작업발판 사용으로 어리게뚱 충격 미 흡수		
작업 3 : 조립반 (사상)	- 지지되지 않은 의자를 사용함 - 핸드 그라인더 무게에 근로자 과도한 힘 사용	20점	2/3/4/5/6/8번
부담신체부위 : 목, 어깨, 손목, 팔,	- 핸드 그라인더 진동에 따른 손의 피로 발생 - 작업대 미 사용에 따른 쪼그리고 앉음		

나. 작업조건 조사

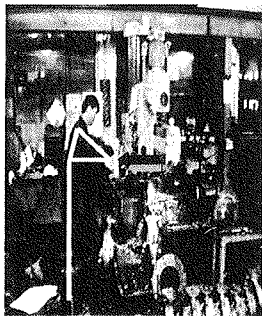
3 단계 : 유해요인 및 원인 평가서			
직 종 명	일반 기능직		
			
유 해 요 인	유 해 요 인에 대한 원인	총 점 수	부담 작업번호
작업 2 : 조립반 (조립)	- 지지되지 않는 상태에서 수공구를 사용하며 과도 한 힘의 사용 (전동수공구 사용하지 않음)	20점	2/3/4/5/6/8번
불안정한 작업자세 (무릎을 굽임)	- 가공품이 근로자의 신체 보다 낮은 곳에 위치 무릎을 굽임		
부담신체부위 : 목, 어깨, 손목, 팔,			
작업 3 : 조립반 (조립)	- 지지되지 않는 상태에서 수공구를 사용하며 과도 한 힘의 사용 (전동수공구 사용하지 않음)	20점	2/3/4/5/6/8번
불안정한 작업자세 (어리, 무릎굽힘)	- 가공품이 근로자의 신체 보다 낮은 곳에 위치 무릎을 굽임, 쪼그리고 앉음.		
부담신체부위 : 목, 어깨, 손목, 팔,			

3.3 인간공학적 유해요인 조사

조립공정의 OWAS 분석은 다음과 같다.

인간공학적 유해요인 분석

OWAS (Ovaco Working Posture Analysing System) 분석



작업 NO. (작업명)	가공(홀 가공)
유해도 (총점수)	15
부담작업 NO	9
자세 코드	2122

신체부위	작업자세(팔호안은 자세 코드)			
	(1) 바로 섬	(2) 굽힘	(3) 비틀	(4) 굽히고 비틀
허리				
팔	(1) 양팔 어깨 아래		(2) 한팔 어깨 아래	(3) 양팔 어깨 위
다리	(1) 앞음 (2) 두 다리로 섬 (3) 한 다리로 섬 (4) 두 다리 구부림			
	(5) 한 다리 구부림	(6) 무릎 꿇음	(7) 걸기	
하중	(1) 10kg 이하		(2) 10-20kg	(3) 20kg 이상

OWAS (Ovaco Working Posture Analysing System) 분석

자세 코드	2122
-------	------

AC값	다리																							하중
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
허리	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1		
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1		
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	3	1	1	1	1	1	2		
팔	1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3			
	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	2	3	4		
	3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4		
다리	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	4	4	4	1	1	1	1	1	1	1		
	2	2	2	3	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1	1		
	3	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1		
하중	1	2	3	3	2	2	3	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4		
	2	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4		
	3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4		

AC Level : 2	-작업자세를 바꾸는 것이 나음 -근골격계에 약간 영향을 끼침 -작업자세에 대한 추적관찰이 필요
--------------	--

OWAS 작업부하 수준에 따른 평가

작업부하수준	평가내용
1	<ul style="list-style-type: none"> • 작업이 지속적이고 반복적으로 장시간 이루어지지 않는 한 작업자세에 별문제가 없음 • 적절한 작업
2	<ul style="list-style-type: none"> • 작업자세를 바꾸는 것이 나음 • 작업자세에 대한 추적관찰이 필요
3	<ul style="list-style-type: none"> • 작업자세를 가능한 빨리 바꾸는 것이 나음 • 작업전환 고려
4	<ul style="list-style-type: none"> • 작업자세를 즉시 바꾸어야 함 • 즉시 작업전환이 필요

조립공정의 각 단위 작업 인간공학직 유해요인은 다음과 같이 요약된다.

조립공정의 OWAS분석

작업명	홀가공	사상	조립
유해도	15	20	20
부담작업	9	2, 3, 4, 5, 6, 8	2, 3, 4, 5, 6, 8
자세코드	2122	4112	4162
level	2	2	4

3.4 JSI 분석

다음은 조립공정의 JSI 분석이다.

3.5 증상설문조사

근로자들이 생산 현장에서 느끼는 근골격계 질환과 관련한 신체 부위별 자각증상의 정도와 작업의 위해성에 대한 인식 정도를 평가하여 근골격계 질환 관련 현황을 파악하였

으며 그 결과는 다음과 같다.

IV. 유해요인 조사 결과

JSI 분석표 (V.2.0)			
회사명	(주)덕지산업	분석일	2006-02-20
공정명	조립	분석자	김의선, 신상열
작업명	사상	분석일자	2006년 2월 20일

순서 1 수작업 변수들을 측정된 후 해당 승수를 구해 기록한다.

수작업 강도	힘됨 - 확실한 정도의 힘을 사용하나 얼굴 표정 변화는 없음 (BS: 4-5)	승수	6.0	a
수작업의 비율	50.79%		2.0	b
분당 수작업 회수	4-8회		1.0	c
손/손목의 자세	나쁨 - 눈에 알 정도의 편향이 발생		2.0	d
작업 속도	보통 - 정상 속도로 작업		1.0	e
일 작업 시간	4-8시간		1.0	f

순서 2 수작업 변수들의 승수를 모두 곱해 작업부하를 구한다.

작업부하 (SI: Strain Index) = a x b x c x d x e x f

24.0
위험한 작업

조립작업자(4명)에 대한 근골격계 질환 설문조사 결과

평균연령	43
평균경력	5.9년
규칙적인 여가 및 취미활동 분석	규칙적인 운동 하지 않음
사고여부	2명 : 손목(1), 허리(1)
육체적 부담정도	견딜만함(1), 약간 힘들(2), 힘들(1)
진동공구 사용여부	2
통증부위	허리(1) : 관리기준2
통증 지속기간	1~6개월 미만
통증발생주기	매일
지난 1년간 통증 치료	병원, 한의원

유해요인 조사결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

- ㉑ 조립공장 중 홀가공, 사상, 조립 작업은 근골격계에 부담이 된다.
- ㉒ OWAS 분석 결과, 현재의 홀가공 작업 자세는 바꾸는 것이 좋겠다.
- ㉓ OWAS 분석 결과, 사상 및 조립 작업은 즉시 작업전환을 필요로 한다.
- ㉔ JSI 분석 결과, 사상 작업은 매우 위험한 작업이다.
- ㉕ 증상조사 결과 통증 호소부위는 허리이며 이는 관리기준2에 속한다.

V. 대책 및 결론

본 조사결과 주요 개선방안을 작업환경 개선방안과 관리적 대책으로 나누어 요약하면 다음과 같다.

5.1 작업환경 개선 방안

- ㉑ 업무 순환배치 및 증상호소자 별 업무 배치 실시
- ㉒ 작업 전 전후 근로자 대상으로 한 국민건강 체조 실시 및 작업 중간 휴식시간에 간단한 스트레칭 실시
- ㉓ 충분한 휴식의 부여 및 현장 내 근력강화를 위한 운동기구 설치
- ㉔ 퇴근 후 개인 선호도에 따른 취미활동의 지원
- ㉕ 근골격계 질환예방관련 개인보호구 지급 및 착용상태 관리

5.2 관리적 대책

5.2.1 근로자의 교육

교육에 포함되어야 할 내용은 다음과 같다.

- ㉑ 근골격계 질환의 유해요인

- ② 근골격계 질환의 징후 및 증상의 식별방법
- ③ 징후 및 증상의 조기 보고의 중요성과 보고방법
- ④ 근골격계 질환 발생 시 대처요령
- ⑤ 해당 부서의 유해요인과 그에 따른 조치방법
- ⑥ 도구와 장비의 올바른 사용방법
- ⑦ 해당부서의 유해요인 개선대책
- ⑧ 기타 근골격계 질환 예방을 위하여 필요한 사항 등

5.2.2 휴식시간 제공 및 스트레칭 프로그램 운영

- ① 작업 시작 전, 국민 건강체조 및 스트레칭을 실시
- ② 손목, 팔꿈치, 근력강화를 위해 현장에 아령 비치
- ③ 근로자가 작업 중 손쉽게 볼 수 있는 장소에 공정별 스트레칭 방법을 게시

5.2.3 증상 호소자 관리

- ① 증상과 징후를 손쉽게 통지할 수 있도록 하여 증상 호소자의 조기 발견체계 구축 및 증상 호소자에 대한 의학적 조치(물리요법, 약물요법, 병원 이용에 대한 편의를 제공 등)를 시행
- ② 신체 보호대를 구비하여 지급 및 비상용으로 비치
- ③ 관리 기준 1,2에 속하는 근로자는 정기적으로 의사와 진단, 이력관리 필요(면담 후 전환배치 검토)

5.2.4 문서의 기록 및 보관

- ① 기록, 보존하여야 할 문서는 다음과 같다
 - 근골격계 질환 유해요인 조사서
 - 근골격계 질환 증상조사표
 - 개선계획 및 결과 보고서
- ② 근로자의 신상에 관한 문서는 5년간 보존하며, 시설, 설비와 관련된 자료는 시설, 설비가 작업장 내에 존재하는 동안 보존한다.

이상으로 종합해 보면 분석된 회사는 근골격계 질환 부담작업과 그에 따른 유해요인이 존재하고 통증 호소자가 발생하여 이와 관련한 작업환경 및 관리적 대책이 개선되어 갈 때 근골격계 질환은 예방되고, 질환자 발생이 감소될 것으로 판단된다.

참고문헌

[1] 국내문헌

- 1) 김대식, 산업안전관리론, 형설출판사, 2006.
- 2) 김대식, 산업인간공학론, 형설출판사, 2006.

[2] 외국문헌

- 1) [Chengalur, S. N., Rodgers, S. H., Bernard, T. E., Kodak's Ergonomic Design for People at Work, John Wiley & Sons, Inc., second edition, 2004.
- 2) Davis, P., Prevention of Repetitive Strain Injuries, In particular Carpal Tunnel Disorder, for the Tapestry Artist : A Holistic Approach.
- 3) Goetsch, D. L., Occupational Safety and Health for Technologists, Engineers, and Managers, Pearson Prentice Hall, 5th edition, 2005.
- 4) Kim, D.S., Press Operator and RSI, Journal of the Safety Management & Science, 6-3, 2004.
- 5) Kim, D.S, Repetitive Strain Injury on Automobile Assembly Process and Alexander Technique, Journal of the Safety Management & Science, 6-2, 2004.
- 6) London Hazards Centre, RSI Hazards Handbook, Interchange Studios, Hampstead Town Hall Centre, 213 Haverstock Hill, London NW3 4QP, UK
- 7) Mogensen, V. (1999), Ergonomic Inaction : Congress Puts OSHAs Ergonomics Standard on Hold.
- 8) Niebel, B., and Freivalds, A., Methods, Standards, and Work Design, McGraw-Hill, 11th edition, 2004.
- 9) NIOSH, National Code of Practice for the prevention of Occupational Overuse Syndrome[NOHSC:2013(1994)].
- 10) Rueqq, D.M., (1999), Repetitive Strain Injury : A Handbook on Prevention and Recovery.

- 11) <http://ergonomics.ucla.edu/oldergo/Ergowebv2.0/articles/commonrs.htm>
- 12) <http://www.ergonomics.com.au/legmo.htm>
- 13) <http://www.kosha.or.kr>
- 14) <http://www.molab.go.kr>