

의약품 중간원료 제조사업장의 근골격계 질환
유해요인 조사 사례연구
-Case Study of Diagnosis on Musculoskeletal
Disorders Risk Factors at a Semi-finished Medical
Product Fabricating Company-

강 영 식 *

Kang Young Sig

양 성 환 **

Yang Sung Hwan

조 문 선 **

Cho Mun Son

Abstract

The goal of this study is to propose the effective way of finding injurious factors and making improved plan that prevents the workers against musculoskeletal disorders at a semi-finished medical product fabricating company. A questionnaire and an ergonomic assessment method were adopted to analyze the symptoms of workers' musculoskeletal disorders, and an analysis of working postures and a quantitative assessment on various processes were performed to find out harmful factors of workplace. 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 company with similar working conditions and process.

Keywords : Working Condition, Ergonomic Approach, MSDs

* 세명대학교 보건안전공학과 교수

** 국립한국재활복지대학 의료보장구과 교수

2006년 11월접수; 2006년 12월 수정본 접수; 2006년 12월 게재확정

1. 서론

근골격계 질환은 최근 몇 년간 급격히 증가하고 있으며, 노사갈등의 핵심사안으로 부각되는 등 사회적 문제가 되고 있다. 근로복지공단에서 인정된 전체 업무상 질병자 중 근골격계 질환자 수는 2001년 1,598명, 2002년 1,827명, 2003년 4,532명으로 질환자의 수가 해마다 큰 폭으로 증가하고 있다[8]. 이러한 근골격계 질환은 적절치 못한 작업환경으로 인한 부적절한 작업자세(신체의 굴곡, 사지의 굴곡), 과도한 하중(무게 또는 발휘하는 힘)과 작업시간(지속시간, 휴식간격, 반복횟수, 빠르기 등) 등의 요인이 복합적으로 작용하여 발생하며, 근로자들의 건강상의 문제로 이어지게 된다[8]. 본 연구에서는 의약품 중간원료 제조사업체를 대상으로 설문조사와 인간공학적 평가기법을 사용하여 작업자들의 근골격계 질환 증상 분석, 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 35명의 현장근로자와 15명의 사무직 근로자가 근무하는 충청북도 청주 소재의 중소의약품 중간원료 제조사업장을 대상으로 하여 2006년 9월부터 두 달간 수행되었으며, 해당 사업장은 의약품의 중간원료 및 일부 완제품을 생산하여 모기업에 납품하는 전형적인 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 Q.E.C.(Quick Exposure Checklist)를 사용하였으며, 작업 형태에 따라 작업자세가 문제가 되는 경우에는 RULA(Rapid Upper Limb Assessment ; 이하 RULA)를[1] 사용하였으며, 작업 중 손과 손목의 반복도가 높은 작업의 경우 SI(Strain Index)를 사용하여 위험도를 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 논

문에는 지면관계상 수록하지는 않았다. 평가를 위해 모든 작업모습을 정지영상과 동영상으로 기록하였으며, 이와 작업환경 및 작업자와의 면담내용을 기초로 정성적 혹은 정량적 평가를 거쳐 작업환경 개선을 위한 안을 제안하였다.

3. 근골격계 질환 유해요인 조사를 통한 작업환경 개선

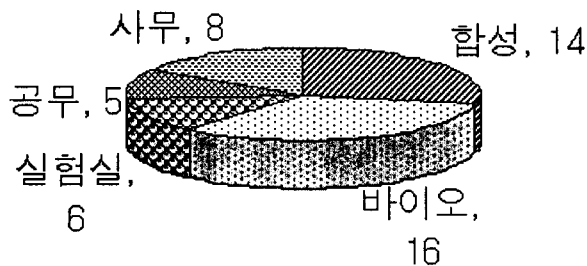
3.1 대상 작업장의 특성

평가 대상 작업장은 제품의 특성상 주요라인이 자동화가 되어 있는 상태이며, 인력 작업은 주로 자동화 라인에 대한 원료 투입 및 완성품-의약품의 중간원료를 지칭함에 대한 포장공정 부분에 집중되어 있다. 대상 사업장에서 생산되는 품목은 10여 가지로 각 품목마다 제조공정은 다소 상이하나, 공통적으로 원료투입 → 탈수(과립분쇄) → 수거 → 소분포장 → 적치의 공정을 가지고 있다. 대부분의 작업공정은 빈도가 낮아 공정자체로만 보면 근골격계 부담작업에 포함되지 않는 경우가 대부분이나, 1인 작업자가 여러 작업을 동시에 하는 경우가 많아 작업자 개개인으로 보아서는 근골격계 질환을 유발할 소지를 가지고 있다. 또한, 일부 완제품 공정의 경우 빈도수가 다른 공정에 비해 월등히 높아 이로 인한 근골격계 질환 유발 소지가 많은 특징을 가지고 있다.

작업형태는 대부분 정적 입식작업의 형태를 취하는 경우가 많았으며, 특히 손과 손목을 집중적으로 사용하는 공정이 많은 특징을 보이고 있다. 중량물과 관련된 작업의 경우 원료의 상차 및 적치공정, 수처리제 취급공정에서 집중적으로 발생하고 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 결근자 1인을 제외한 49인 전체 작업자의 설문내용을 대상으로 결과를 살펴보았다. 먼저 설문조사에 참여한 작업자의 부서별 인원은 다음과 같았다.



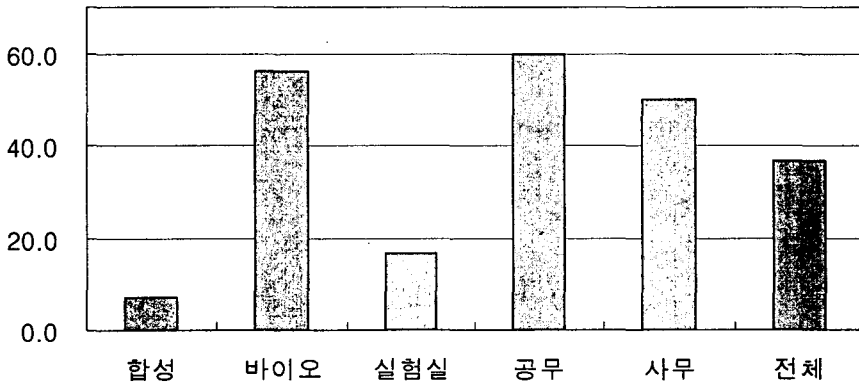
<그림 1> 설문응답자의 부서별 인원

3.2.1 지난 1년간 근골격계 관련 증상 경험자 비율

먼저 지난 1년간 근골격계 관련 증상 경험자 비율을 살펴보면 조사 작업자 49명 중 18명이 근골격계 관련 증상을 경험한 것으로 나타나 36.7 %의 작업자가 증상경험자로 분류되었다.

<그림 2>의 부서별 근골격계 관련 증상 경험자 비율을 보면, 공무팀이 60%로 가장 높게 나타났으며, 바이오팀, 사무팀의 순으로 나타났다.

단순비율로만 보면 공무팀의 비율이 가장 높은 것으로 나타났으나, 절대 인원이 적고 일시적인 작업 형태를 띠고 있어, 설문조사의 결과만으로는 절대 인원이 타부서에 비해 많고, 상시작업의 형태를 띠고 있는 바이오팀의 경우가 위험도가 더 높은 것으로 판단할 수 있다.



<그림 2> 부서별 근골격계 관련 증상 경험자 비율(지난 1년간)

3.2.2 하루 평균 가사노동 시간

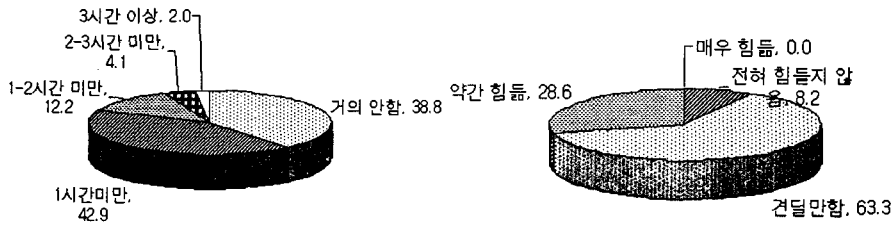
근골격계 질환은 작업뿐만 아니라, 가사노동 등의 원인이 복합적으로 작용하여 발생하므로 작업자들의 하루 평균 가사노동 시간을 살펴볼 필요가 있다.

<그림 3-a>의 조사결과를 살펴보면 가사노동을 거의 안하는 작업자의 비율과 1시간 미만의 가사노동을 하는 작업자의 합계가 전체 작업자의 81%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 전혀 힘들지 않다고 답한 작업자가 8.2%, 견딜만하다고 느끼는 작업자의 비율이 63.3%로, 두 그룹의 작업자 합계가 70%정도로 작업자들이 느끼는 주관적 일의 강도가 그리 높지 않은 상태라고 평가할 수 있다.



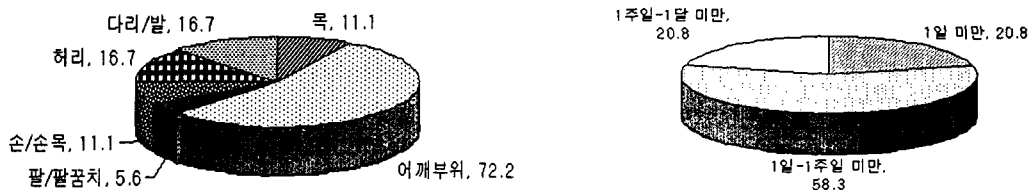
(a) 하루 평균 가사 노동시간 (b) 작업자가 느끼는 일의 강도
 <그림 3> 하루 평균 가사 노동시간 및 작업자가 느끼는 일의 강도

3.2.4 응답자가 느끼는 통증의 구체적 부위

위에서 언급한 지난 1년간 근골격계 질환을 경험한 유경험자 18명에 대하여 통증의 구체적인 부위에 대한 설문을 진행하였다. 설문대상자에게 통증을 느끼는 부위를 모두 기재하도록 하여, 해당 부위의 유경험자를 대상자수로 나눈 백분율을 나타내었다. <그림 4-a>에서 조사결과를 살펴보면 유경험자 중 72.2 %의 작업자가 어깨부위에 통증을 느끼고 있다고 답했으며, 이어 허리, 다리/발, 목, 손/손목 순으로 순위가 나타났다. 이는 본 작업장에서 가장 큰 위험요인은 어깨를 많이 쓰는 동작 - 예를 들면 중량물 인양작업, 팔을 이용한 단순 반복작업 - 에 있음을 의미한다고 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 80 %의 작업자가 1주일 미만의 통증지속기간을 가지는 것으로 나타났다. 이는 KOSHA CODE H-28-2002의 평가 기준과 관련 유경험자중 20%의 작업자 만이 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)



<그림 4> 통증부위 및 통증의 지속기간

3.2.6 통증의 정도

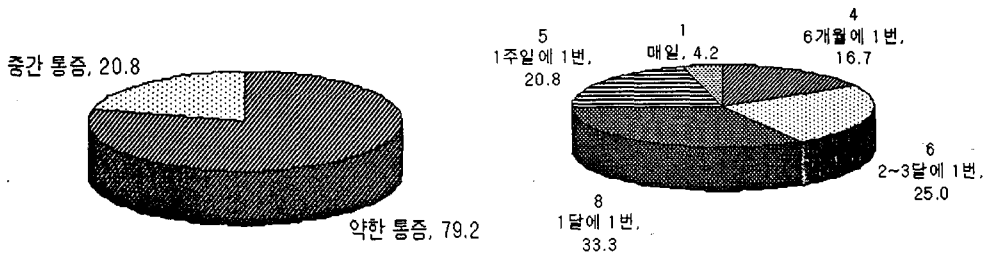
통증이 한 번 발생할 경우 그 지속기간에 대한 설문응답의 결과를 <그림 5-a>에서 살펴보면 근골격계 질환 유경험자 중 약 20 %정도의 작업자만이 중간정도의 통증을 호소하고 있음을 알 수 있다.

이는 KOSHA CODE H-28-2002의 평가 기준과 관련 유경험자중 20%의 작업자 만이 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 53%정도로 나타났으며, 이는 KOSHA CODE H-28-2002의 평가 기준과 관련 유경험자중 53%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 적용하여 보면 설문조사 상으로는 본 사업장의 경우 유경험자의 약 20%, 전체 근로자의 7% 정도가 근골격계 질환의 위험에 노출되어 있다고 볼 수 있다.



<a> 통증의 정도

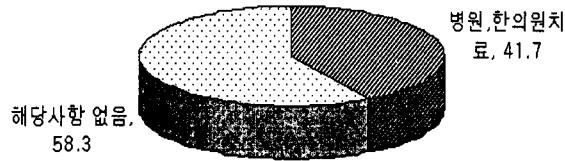
 통증의 빈도

<그림 5> 통증의 정도 및 빈도

3.2.8 증상과 관련한 대책 현황

<그림 6>에서 근골격계 질환 유경험자들의 증상과 관련한 대책을 살펴보면, 약 42%정도의 작업자는 증상호전을 위해 병원, 한의원 치료를 한 것으로 나타났으며; 58%의 작업자는 아무런 조치도 취하지 않은 것으로 나타났다.

이는 근골격계 질환에 대한 작업자의 인식부족, 교육의 미실시 등으로 인한 것으로 향후 개선되어야 할 부분으로 보인다.



<그림6> 작업자들이 경험 증상에 대해 취한 대책 현황

3.3 작업 공정별 근골격계 질환 유해요인 조사 및 작업환경 개선

근골격계 유해요인 조사는 대상 사업장의 자동화 공정을 제외한 전체 공정을 대상으로 실시하였다. 대상 사업장의 작업 특성을 살펴보면 크게 인력으로 중량물을 취급하는 공정과 중량은 크지 않으나 손과 손목을 사용한 반복도가 높은 작업공정으로 나누어 볼 수 있다.

중량물 취급 공정의 경우 주로 원료의 투입 및 적치과정에서 발생하고 있으며, 원료를 운반하고 이를 기계에 투입하거나, 생산된 제품의 적치과정에서 중량물을 반복적으로 인양하는 작업 형태를 취하고 있다. 손과 손목을 반복적으로 사용하는 공정은 기계 작업 후의 중간원료 의약품을 약삽을 사용하여 긁어내거나, 이를 정해진 중량에 맞추어 인력 포장하는 작업의 형태를 보이고 있다.

여기에서는 이와 같은 작업특성을 고려하여 2.2절에서 소개한 Q.E.C, WAC, RULA, S.I와 같은 평가도구를 사용하여 각각의 공정에 대한 유해요인 조사를 실시하였으며, 평가결과에 따라 적절한 개선안을 제시하였다. 이 때 3.3.1~5절에 대상 작업 중 주요한 작업에 대한 평가결과와 개선대책을 수록하였다.

3.3.1 원료반입 공정

이 공정은 <그림 7>과 같이 원료포대를 반응기에 투입하기 위하여 원료를 반입하는 공정으로 지게차로 운반되어온 20 kgf상당의 원료포대를 허리굽힘 자세로 양측을 움켜잡고, 몸을 비틀어 좌측으로 운반하는 작업이다. 원료포대에 별도의 손잡이가 없어 손으로 움켜쥐고 작업을 수행하므로 손목과 손바닥에 많은 부하가 부가되며, 적재 위치까지 이동거리가 길며, 포대를 파지하고 적재하는 지점이 비대칭으로 요추부위의 비틀림이 발생하여 추간판 압력이 가중되는 유해요인을 가지고 있다.

이 공정에 대한 평가는 Q.E.C.와 WAC를 사용하여 이루어졌다. <표 1>에서 Q.E.C.평가결과를 살펴보면 54%로 개선요망 그룹에 속하는 작업으로 평가 되었으며, 부위별 Score를 살펴보면 허리부위의 score가 가장 크게 나타났으며, 이어 어깨, 손/손목의 순으로 위험도가 크게 나타났다. 일반적으로 중량물 인양작업의 유해도를 평가하는 NLE의 경우 분당 빈도수가 8회 이상인 경우에는 평가가 불가능하여 WAC(Washington Administration Code)를 사용하였다. 평가결과를 살펴보면 본 공정과 같은 작업조건하에서 최적의 인양중량은 4.75 kgf으로 나타났으며, 이는 본 공정이

NLE에서 사용하는 들기작업 지수(Lifting Index)로는 4.2에 해당하는 상당한 위험한 작업임을 의미한다. 따라서, 이와 같은 작업공정은 우선 작업의 빈도수를 조절하고, 허리부하를 줄이기 위한 높이조절식 리프트의 채택, 중량물 이동시 부하감소를 위한 롤러 컨베이어의 도입 등을 검토하여 유해요인을 개선하는 방안이 검토되어야 한다



<그림 7> 원료 반입 공정

<표 1> 인간공학적 평가도구를 사용한 원료반입 공정의 분석결과

평가도구	신체부위						작업자평가	노출비율(%)
	작업명	허리	어깨/ 팔	손/손목	목	작업자평가		
Q.E.C	원료반입공정	30	26	26	6	6	53.4	

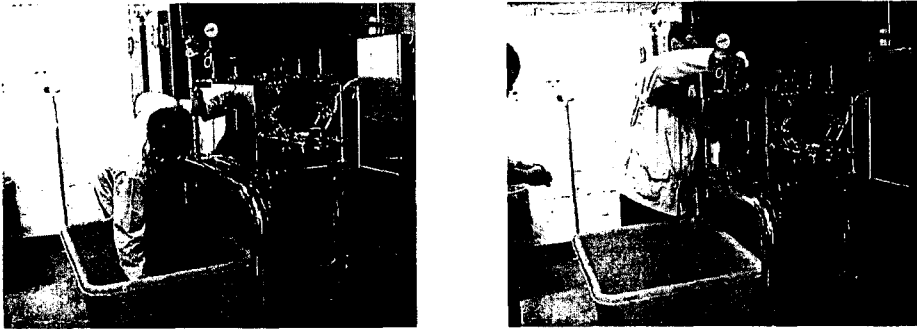
평가도구	작업형태		작업영역	하루 작업시간	분당들기 횟수	비틀기 각도	최적 중량 (kgf)
	작업명	작업 하중 (kgf)					
WAC	원료반입공정	20	바닥 몸 통 에 서 30 cm이상	1시간이 내	18	45	4.75

3.3.2 과립 분쇄 공정

이 공정은 <그림 8>과 같이 우측 바닥에 놓여 있는 박스로부터 약삼을 쥐고 분말덩어리를 퍼서, 전방에 있는 높이 135 cm의 과립기 투입부에 원료를 투입하는 작업으로 손잡이가 직선형인 약삼을 반복 사용함으로 인하여, 손목의 요골 및 척골편향 자세가 유발되어 손목부위에 피로가 가중되며, 과립기에 원료투입시 팔꿈치가 어깨 높이 이상으로 들림으로 인하여 어깨에 부담이 크게 가게 된다.

<표 2>에서 이 공정에 대한 Q.E.C. 분석결과를 살펴보면 노출비율이 49%정도로 지속적 관찰요망 그룹에 속하는 작업으로 Q.E.C. 분석결과로는 근골격계 부담강도가 그리 크지 않는 것으로 나타났다. RULA는 가장 좋지 않은 작업자세인 박스에서 원료를 퍼내는 작업을 대상으로 평가하였으며, 평가결과 최종점수가 7로 즉각적인 개선이

이루어져야 하는 수준으로 평가되었다. 약삼의 반복 작업으로 인한 손과 손목의 부하를 평가하기 위하여 SI 점수를 사용하였으며, 평가결과 SI 점수가 5.1로 정밀조사가 필요한 수준으로 평가되었다. 따라서, 본 공정의 개선을 위해서는 먼저 직선형인 약삼의 손잡이를 손목격임이 없도록 개선해야 하며, 현재 700g에 달하는 약삼의 중량을 감소시킬 수 있도록 재질의 변경을 검토하여야 한다. 또한, 약삼의 재질이 변경될 경우 현재 1회 작업시 1kgf의 용량을 가진 약삼의 용량을 증가시켜 전체 작업횟수를 줄여 손과 손목의 부담을 경감시켜줄 필요성이 있다. 또, 현재 바닥에 놓여있는 박스의 높이가 조절 가능하도록 테이블 리프트를 채용하여 과도한 허리 굽힘으로 인한 근골격계 질환의 유발요인을 개선할 필요성도 있다.



<그림 8> 과립분쇄 공정

<표 2> 인간공학적 평가도구를 사용한 과립 분쇄 공정의 분석결과

평가도구	신체부위 작업명	허리	어깨/ 팔	손/손목	목	작업자평가	노출비율(%)
Q.E.C	과립 분쇄 공정	18	26	20	10	12	48.9

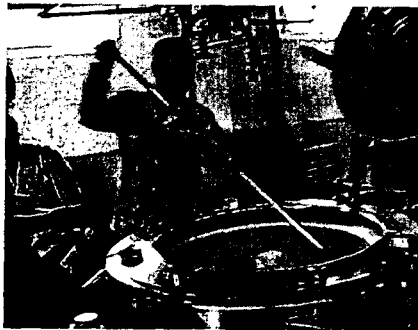
평가도구	신체부위 작업명	A분석 (팔, 손목)	B분석 (목, 몸통, 다리)	C분석 (근육, 무게)		최종점수
				행	열	
RULA	과립 분쇄 공정	2	3	5	6	7

평가도구	신체부위 작업명	노력의 정도	노력지속 시간 (%)	분당노력의 횟수	손/손목 자세	작업 속도	하루 작업시간	SI 점수
Strain Index	과립 분쇄 공정	2	80	12	3	3	1	5.1

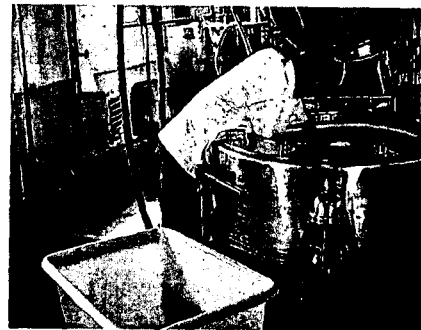
3.3.3 탈수 후 수거 공정

이 공정은 <그림 9>와 같이 크게 포크작업과 약삽작업의 공정으로 나눌 수 있으며, 포크작업의 경우 좌측에서 비틀림 자세로 135 cm길이의 포크로 탈수후 수거작업을 하며, 약삽작업의 경우 약삽을 오른손에 쥐고 45도 등 구부림 자세로 여과기 내에 고개를 숙여 1 kgf 상당의 원료를 퍼서 올려 우측에 놓인 박스에 담은 작업 공정이다. 이 과정에서 작업자는 45도의 과도한 등 구부림 자세가 발생하며, 손잡이가 직선형인 약삽을 파지하여 작업함으로 손목의 요골 및 척골편향 자세가 유발되어 손목부위에 부담이 발생하게 된다.

<표 3>에서 이 공정에 대한 Q.E.C. 분석결과를 살펴보면 노출비율이 각각 58, 51 %로 개선요망 그룹에 속하는 작업으로 평가되었으며, 두 작업이 비슷한 정도의 강도로 평가되었다. 두 작업 모두 손과 손목의 반복도가 높은 작업으로 이를 평가하기 위하여 SI 점수를 산출하였으며, 평가결과 포크작업보다 약삽작업의 위험도가 더 큰 것으로 평가되었다. 이는 약삽작업의 경우 작업속도가 포크작업보다 빠르고, 작업시간도 더 길기 때문인 것으로 판단된다. 본 공정의 개선을 위해서는 3.3.2의 공정과 마찬가지로 먼저 직선형인 약삽의 손잡이를 손목격임이 없도록 개선해야 하며, 현재 700g과 1.7 kg에 달하는 약삽과 포크의 중량을 감소시킬 수 있도록 재질의 변경과 전체 작업횟수의 감소를 위한 1회 작업용량의 증가를 검토하여야 한다.



(a) 포크작업



(b) 약삽작업

<그림 9> 탈수 후 수거 공정

<표 3> 인간공학적 평가도구를 사용한 탈수 후 수거공정의 분석결과

평가도구	신체부위 작업명	허리	어깨/ 팔	손/손목	목	작업자평가	노출비율(%)
		24	32	28	6		
Q.E.C	포크작업	24	32	28	6	12	58.0
	약삽작업	24	24	20	10	12	51.1

평가도구	신체부위 작업명	노력의	노력지속	분당노력의	손/손목	작업	하루	SI
		정도	시간 (%)	횟수	자세	속도	작업시간	점수
Strain	포크작업	2	70	7	3	3	0.3	2.3
Index	약삭작업	3	80	10	3	3	1	10.1

3.3.4 박스포장 공정

이 공정은 회사내에서 유일하게 완제품을 생산하는 라인의 박스포장 공이며, 이는 자동화 라인에서 나오는 소포장 제품을 양손으로 움켜잡아 방향을 바꾼 후, 좌측방향으로 45도 비틀린 자세로 큰 포장박스에 4개씩 담은 후 큰 박스를 테이블로 포장하여 좌측 적치대에 운반하여 적재하는 작업이다.

본 작업은 제품의 파지시 손목이 과도하게 신전되어 손목에 부담이 크게 걸리며, 과도한 팔뚝침 동작으로 어깨의 부담이 가중되며, 요추부위의 비틀림과 굽힘이 유발되어 허리에 피로가 가중되게 된다.

<표 4>에서 이 공정에 대한 Q.E.C. 분석결과를 살펴보면 노출비율이 84 %정도로 즉시 개선이 요망한 수준으로 평가되었으며, 허리와 어깨/팔 부위의 유해도가 높은 것으로 나타났다. 또한, 가장 좋지 않은 작업자세인 소포장 제품 인양시의 동작을 대상으로 한 RULA 평가결과 최종점수가 7로 개선이 시급한 상태로 진단되었다.

또한, 소포장 박스의 인양작업시 반복되는 손목사용의 위험도를 평가하기 위하여 SI Score를 산출하였으며, 그 결과 9.0으로 평가되어 손/손목에 대한 위험도가 높은 작업으로 평가되었다.

위와 같은 평가결과를 바탕으로 하여 본 공정의 개선을 위해서 먼저 현재의 작업대 높이가 71 cm로 너무 낮아 이를 팔꿈치 높이로 상향조정할 필요성을 제기할 수 있으며, 소단위 포장박스의 출고방향을 롤러 컨베이어 상에서 90도 전환하여 뒤틀림 동작을 방지할 수 있도록 개선할 필요성이 있다. 또, 제품 적치대의 높이를 조절할 수 있도록 테이블 리프트를 채용하여 허리굽힘을 방지할 수 있도록 개선하여야 한다.



<그림 10> 박스포장 공정

<표 4> 인간공학적 평가도구를 사용한 적치공정의 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	박스포장 공정	2	3	5	6	7

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

3.3.5 작업 공정별 작업 특성 및 개선안 요약

3.3.1~3.3.4절에서 보여준 4개의 작업공정을 포함한 주요 작업공정에 대한 작업특성과 작업환경 개선안을 <표 5>에 수록하였다.

작업환경 개선은 투자비용 문제가 수반되며, 기계력으로 대체하거나 큰 작업설비의 교체와 같은 문제는 큰 투자비용을 요구하게 된다. 따라서, 본 논문에서는 투자비용을 가급적 최소화하는 것을 기본원칙으로 삼고, 필수불가결한 작업공정에 한하여 기계화를 도입하고, 작업방식의 개선만으로 효과를 볼 수 있을 것으로 판단되는 공정에 대해서는 이를 위한 안을 제시하였다.

본 사업장의 경우 몇몇 공정을 제외한 대부분의 공정이 작업의 빈도가 낮고, 지속시간이 짧아 공정자체만으로는 근골격계 질환의 유발요인이 상대적으로 그리 크지 않다고 할 수 있으나, 1인의 작업자가 여러개의 공정을 연속적으로 수행하는 형태를 띠고 있어, 작업자 중심으로 관찰하였을 때에는 근골격계 발생 가능성이 상존하고 있다.

따라서, 이의 개선방안으로는 우선적으로 작업자 개개인의 체력증진 및 건강관리에 중점을 두어 개선책을 마련해야 할 것으로 판단되며 이를 위해 작업전, 후 스트레칭 프로그램을 마련하는 것이 무엇보다도 시급한 과제라고 할 수 있다.

설비측면에서 보았을 때에는 의약품의 중간원료를 생산하는 본 사업장의 특성상 거의 모든 라인에 포함되어 있는 원료투입 공정에 개선의 초점을 맞추어야 할 것으로 보인다. 이를 위해 단기적으로는 작업점 조절을 위한 리프트의 제공을 검토하고, 장기적으로는 이의 자동화를 검토하여야 한다. 또, 약삼을 사용하는 인력작업 공정의 개선을 위해서는, 본문에 수록된 바와 같이 약삼 손잡이를 손목 꺾임이 없도록 개선하고,

약삼의 재질 및 용량의 변경을 검토하여야 한다. 그 외에 부적절한 작업대 및 의자 등에 대해서는 이를 비용대비 효과의 관점에서 검토하여 단기적 혹은 장기적으로 개선해 나가야 할 것으로 판단된다.

<표 5> 작업공정별 작업 특성 및 작업환경 개선안

부서	공정명	작업 특성	작업환경 개선안
합성	원료상차	중량물 작업(20-25 kgf)	높이조절식 리프트 채택
	원료반입	중량물 작업(20-25 kgf)	높이조절식 리프트, 롤러 컨베이어 채택
	원료투입	중량물 작업, 작업 높이 부적절	높이 조절식 리프트 채택
	첨가물 배합	중량물 작업(25 kgf, 여성작업자), 작업도구 부적절	작업도구 개선, 중량물 입고 단위 변경 (25 kgf → 10 kgf 이하)
	탈수 후 수거	약삼을 이용한 반복작업	작업도구(포크, 약삼) 개선, 리프트 채택
	소분포장	약삼을 이용한 반복작업	작업도구(약삼) 개선, 리프트 채택
	혼합	중량물 작업(60 kgf, 3인 작업)	리프트 채택
	과립분쇄	약삼을 이용한 반복작업	작업도구(약삼) 개선, 리프트 채택
	건조	작업대 부적절(다단)	작업대 하단 및 상단 사용지양
바이오	수처리제 제조	중량물 작업(20kgf, 40통)	기계력의 도입
	수처리제 상차	중량물 작업(20 kgf, 2단적재)	래핑작업 후 지게차 작업
	박스포장	반복작업, 작업대 높이 부적절	작업대 높이조절, 리프트 채택
	소포장 운반	중량물 작업(20 kgf, 4단 적재)	적재단수의 조절(3단)
	과립동결건조	약삼을 이용한 반복작업, 작업대 높이 부적절	발받침대 제공, 작업도구 개선, 보조작업대 제공
	연합, 건조	중량물 작업(50 kgf, 3인 작업), 부적절한 계단	계단개선, 리프트 제공
실험실	계량	작업방법 부적절	입식작업에서 좌식작업으로 변경
	유산균 분석	부적절한 의자사용	인간공학적 의자로 교체제공
공무	설비수리	부적절한 도구, 불안정한 작업 자세	작업용 의자제공, 인간공학적 작업 도구 제공
사무	전산	장시간의 전산작업 수행	인간공학적 의자, 마우스패드, 테이블 제공

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 37%의 작업자들이 증상경험자로 분류되었다. 부서별 조사결과로는 절대 인원이 타 부서에 비해 많고, 상시작업의 형태를 띠고 있는 바이오부의 위험도가 타 부서에 비해 높은 것으로 평가되었다. 또, 증상 경험자의 경우 대다수가 어깨 부위에 통증을 느낀다는 응답이 72.2%로 대다수를 차지하였으며, 증상의 빈도나 통증의 정도에 대한 조사결과 통증 유경험자 중 약 20% 정도의 작업자가 근골격계 질환이 의심되거나 질병으로 발전될 가능성이 있는 것으로 평가되었다. 또, 증상과 관련한 대책 현황을 살펴보면 유경험자의 58.3%가 아무런 대책도 취하지 않는 것으로 나타났으며, 41.7%의 인원만이 병원이나, 한의원 치료를 하는 것으로 조사되어 근골격계 질환에 대한 작업자의 인식개선, 교육의 실시 등이 시급한 것으로 나타났다.

작업 공정별 근골격계 부담작업의 유해요인 조사결과 작업자는 빈도나 지속시간은 짧으나 위험도가 높은 몇 개의 공정을 연속적으로 수행하는 특징을 보이고 있으므로, 개개인의 건강증진 및 체력관리가 그 무엇보다 우선되는 개선방안이라고 할 수 있다.

또한, 공정상에서는 공통적으로 원료투입을 위한 작업점 조절을 위해 테이블 리프트를 채택하는 방안을 제시할 수 있으며, 약삽을 사용한 인력반복 작업의 개선을 위하여 약삽의 재질 및 손잡이, 용량 등을 개선할 필요성을 제기하였다.

본 논문에서는 이와 같은 사례연구를 통하여 본 사업장과 같은 반제품을 생산하는 사업장에 있어서의 근골격계 질환의 유해요인과 이를 개선하기 위한 방안을 제시하였으며, 이는 비슷한 유형의 작업형태를 띠고 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] 양성환, 신발제조업의 작업관련 근골격계 질환 예방을 위한 인간공학적 평가기법의 비교, 한국산업안전학회지, Vol. 15, No. 2, 2000 : 136-142
- [6] 한국산업안전공단, 안전작업, 기술지침(KOSHA-CODE집), 2002
- [7] 한국산업안전공단, 안전작업, 기술지침(KOSHA-CODE집), 2003
- [8] 노동부, 근골격계 질환 예방업무 편람, 2004

저 자 소 개

강 영 식 : 강원대학교 산업공학과를 졸업하고 아주대학교 산업공학과에서 석사 및 박사학위를 취득하였다. 현재 세명대학교 보건안전공학과 교수로 재직 중이며, 관심분야는 시스템 안전관리, 인간공학, FMS, 품질안전, 신뢰성 평가, 경제성 평가 등이다.

양 성 환 : 현 국립한국재활복지대학 의료보장구과 교수. 숭실대학교 환경공학과 석사 학위, 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

강 영 식 : 충북 제천시 장락동 536-4 장락로즈웰 APT 102-1007

양 성 환 : 경기도 수원시 장안구 정자동 그린맨션 나동 306호

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