

인쇄업종 근로자들의 작업위험성 평가

- Risk Factor Analysis of Printing Business Workers -

최 호 달 *

Choi Ho Dal

김 현 호 **

Kim Hyun Ho

정 병 용 ***

Jeong Byung Yong

양 홍 석 ****

Yang Hong Seok

Abstract

The purpose of this study is to examine the prevalence of musculoskeletal disorders and ergonomic risk factors for workers of printing business. A self-reporting survey and task analysis using video camera were performed to identify ergonomic risk factors associated with musculoskeletal disorders. We used the OWAS, RULA, and REBA methods to quantify the risk factors, and the results show that the printing business have high risk of work-related musculoskeletal disorders.

Keyword: MSDS, Printing Business, OWAS, RULA, REBA

† 본 연구는 2004년도 한성대학교 교내연구비 지원과제임

* 네오딘의학연구소

** 한성대학교 산업공학과 대학원,

*** 한성대학교 산업시스템공학과 교수

**** 명지대학교 박사과정

2005년 6월 접수; 2005년 6월 수정본 접수; 2005년 6월 게재 확정

1. 서론

작업관련 근골격계 질환은 최근 사업장의 집단적인 발병, 산업재해자수의 급증 등으로 인하여 산업 안전보건 분야의 주된 문제가 되고 있다. 미국 노동부의 노동 통계국[8]의 발표에 의하면 2002년도에 미국에서 발생한 산업재해자 1,436,194명 중에서 근골격계 질환자수는 487,900명으로 전체 산업재해자의 34.0%를 차지하는 것으로 나타났다. 우리나라에서도 노동부 산업재해통계[3]에 의하면 2002년도 전체 81,911명의 재해자중에서 근골격계질환자수는 1,827명으로 2.20%에 해당되었으나, 2003년에는 총 94,924명의 재해자중에서 근골격계 질환자수는 전체 산업재해자 수의 4.8%에 해당하는 4,532명이 발생한 것으로 나타났다. 최근 들어 근골격계 질환의 심각성이 사회 전반에 걸쳐 문제화되고 있는 이유는 공정 자동화로 인한 단순 반복 작업의 증가와 근로자의 인식 변화 및 생활양식의 변화, 부적절한 작업 자세 및 중량물 취급강도 강화, 노령 근로자의 증가 등으로 직업 관련성 근골격계 질환 발생률이 지속적으로 증가하고 있기 때문이다.

우리나라의 작업관련성 근골격계 질환에 대한 연구를 고찰해보면 대규모 사업장 근로자를 중심으로 많은 연구가 진행되고 있지만, 근골격계 질환 발생이 보다 우려되는 일부 소규모 사업장 근로자를 대상으로 한 연구는 미진한 편이다. 인쇄업은 다양한 작업공정을 가지는 대표적인 영세적이고 노동집약적인 업종이다. 또한 일일이 사람의 눈으로 확인하지 않으면 안 되는 작업의 특수성이 내재되어 있어 다른 분야에 비해 자동화가 늦어지고 있으며, 개별사업장이 영세하다보니 안전보건학적인 측면에서 소외될 위험성이 내포되어 있다.

본 연구에서는 인쇄 업종의 근로자들을 대상으로 근골격계 관련 증상 조사 및 작업 분석을 통하여 인쇄업종의 작업위험요인을 파악하고 인간공학적 위험성을 평가하여 이를 바탕으로 작업관련성 근골격계 질환을 예방하기 위한 기초 자료를 제공하고자 한다. 인쇄업종의 공정별 작업은 필름작업을 수행하는 제판공정, 인쇄 작업을 수행하는 인쇄공정, 인쇄된 용지를 적절한 크기로 절단하는 재단공정, 절단된 용지를 기기에 넣어 제본하는 제본공정 등 크게 네 가지로 구분되므로 본 연구에서는 4개의 공정으로 구분하여 분석을 행하고자 한다.

2. 연구방법

본 연구에서는 인쇄 업종의 근로자들을 대상으로 설문조사와 작업촬영 및 분석 조사를 실시하였다.

근골격계질환 관련 설문조사는 산업안전공단의 근골격계 부담 작업 유해요인 조사지침에 수록되어 있는 근골격계 질환 증상조사표[4]에 직무 관련요인인 진동, 중량물 무게, 스트레스 등을 추가하여 이용하였다. 설문지는 자기 기입 식으로 작성하게 하였으며, 설문지 작성법, 조사목적 등을 충분히 설명한 후 작성자 스스로 답을 하게 하였다. 설문조사는 서울

지역에 위치한 인쇄업체에 종사하는 현장근로자 남, 여 150명을 대상으로 실시하였으며, 설문 응답이 부정확한 사람을 제외한 69개의 설문조사 결과를 분석하였다. 설문 응답자 수는 제판분야 14명, 인쇄분야 21명, 재단분야 8명, 제본분야 26명으로, 재단작업자의 설문 응답자가 상대적으로 적은 이유는 작업 종사자가 적기 때문이다.

본 연구에서는 근골격계 질환 관련 증상 설문조사에서 통증호소자의 판정기준은 통증 정도가 '중간 통증(작업 중 통증이 있으나, 귀가 후 휴식을 취하면 괜찮다)' 이상이고, 통증의 지속기간이 '적어도 1주일 이상 지속'되거나 통증의 빈도가 '1달에 1회 이상 통증이 발생'하는 경우를 통증 호소자'로 분류하였다.

작업분석은 현장에서 대상작업자의 작업 자세를 관찰하였고 동시에 작업자 주변에서 캠코더를 이용하여 실시간으로 촬영할 수 있게 하여 비디오 기록을 병행하였다. 작업 촬영은 각 공정의 모든 단위작업을 포함할 수 있도록 작업 촬영이 이루어 졌으며 제판과 인쇄 분야는 작업 공정의 유사성이 많아 각각 2명의 작업자를 촬영 하였고, 재단 분야와 제본분야는 단위 작업이 많아 모든 단위 작업을 포함할 수 있도록 각각 5명, 14명씩, 총 23명의 작업자를 대상으로 30분씩 작업 내용을 촬영하였다. 기록된 작업촬영 내용은 실험실에서 분당 2회씩 샘플링하여 작업내용을 분석하였고 작업자세별 분류 및 작업평가가 이루어졌다.

조사대상자의 일반적 특성과 공정별, 근골격계 질환 통증 호소율은 빈도 분석을 실시하였으며, 작업위험 평가는 OWAS[5], RULA[6], REBA[7]를 이용하였다. 각 공정별 상대적인 위험정도를 파악하기 위하여 공정을 제판분야, 인쇄분야, 재단분야, 제본분야로 나누어서 비교하기 위하여 MINITAB을 이용하여 통계적 분석을 실시하였다.

3. 연구 결과

3.1 설문 분석결과

인쇄업종 근로자 69명의 일반적 특성을 살펴보면 남성이 51명(73.9%)으로 여성의 18명(26.1%)에 비해 많았으나 단순 반복 작업이 많은 제본분야의 경우 여성이 65.4%로 남성(34.6%)에 비해 상대적으로 많은 것으로 나타났다. 기혼이 57명(86.4%)으로 미혼보다 많았으며, 직장 경력의 경우 10년 이상이 48명(75.0%)으로 가장 많았다.

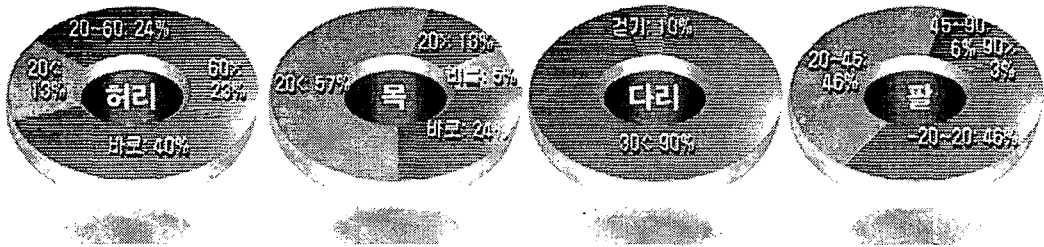
1일 근무시간의 경우 9시간 이상이 53명(84.13%)으로 8시간 이하 군과 비교하여 상대적으로 높은 분포를 차지하는 것으로 나타났으며, 정밀작업수행 여부에서는 제판공정에서 12명 중 8명(66.7%), 인쇄공정에서 17명 중 15명(88.2%), 제본공정에서 15명 중 9명(60.0%)으로 재단 공정을 제외한 모든 공정에서 정밀작업수행이 비정밀 작업보다 높게 나타났다. 취급 중량물 무게에 대한 설문결과는 5kg 이하 군이 18명(29.0%), 6 ~ 10kg군이 28명(45.2%), 11 ~ 15kg군이 8명(12.9%), 16kg 이상 군이 8명(12.9%)로 나타났다. 인쇄공정에서는 11kg이상 취급한다는 응답자가 18명 중 9명(50%)으로 나타났고, 재단공정은 16kg이상 취급 군에서 총 응답자 8명중 3명(37.5%)으로 나타나 다른 공정에 비해 무게가 무거운 중량물 취급작업을 수행하고 있는 것으로 나타났다.

설문조사에 의한 통증 분석결과 제판 및 재단 공정에서는 신체 부위에 대한 통증 호소자가 나타나지 않았으며, 제본 공정에서는 손/손목/손가락 부위에서 통증 호소자 1명(3.8%)이 나타났다. 인쇄공정에서는 2명의 통증 호소자가 나타나 전체적으로는 4.3%의 통증 호소율을 보여 다른 조사에서의 통증 호소율 보다는 매우 낮게 나타났다.

3.2 작업분석 결과

3.2.1 제판공정의 작업분석 결과

< 그림 1 >은 제판공정 전체 작업자의 작업내용을 샘플링 하여 신체부위별로 자세 비율을 구하여 나타낸 것이다.



< 그림 1 > 제판공정의 신체 부위별 작업 자세 비율

제판공정은 필름작업 수행을 위하여 작업대 이용이 많기 때문에 허리부위의 자세비율을 보면 허리를 20도이상 굽히는 자세가 47%로 다른 공정에 비해 높게 나타났으며, 다리부위는 30°이하로 굽히는 자세가 90%로 나타났다. OWAS 신체 부위별 누적자세 비율에 의한 평가에서는 허리부위와 다리부위가 지속적인 관찰을 요하는 2등급으로 나타났으며, 목과 팔 부위에서는 양호한 1등급으로 나타났다.

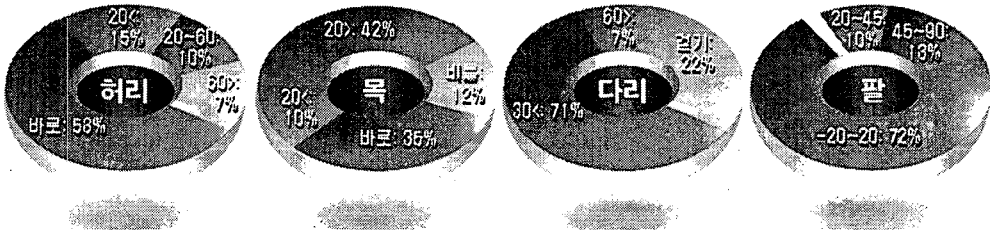
제판공정에서는 나타나는 작업위험요소는 <그림 2>와 같다. <그림 2>에서 나타난 바와 같이 테이프를 붙이는 작업(왼쪽 그림)에서의 너무 먼 위치의 작업점으로 인한 허리 굽힘과 어깨 위 팔 자세, 셀로판 정리 및 확인 작업(가운데 그림)에서의 허리 굽힘과 손목 쥐임, 필름을 붙이는 판에 구멍을 뚫는 작업(오른쪽 그림)에서 낮은 위치의 기기배치로 인한 허리 굽힘과 목을 뒤로 젖히는 자세가 개선을 요하는 위험요소 작업으로 나타났다.



< 그림 2 > 제판공정의 위험작업 요소

3.2.2 인쇄공정의 작업분석 결과

< 그림 3 >은 인쇄공정 전체 작업자의 작업내용을 샘플링 하여 신체부위별로 자세 비율을 구하여 나타낸 것이다.



< 그림 3 > 인쇄공정의 신체부위별 자세비율

인쇄공정 작업자의 신체부위별 자세비율은 20도이상 허리 굽힘 자세가 17%로 나타났고, 목을 20도이상 굽히는 자세가 42%로 나타나 다른 공정에 비해 높게 나타났으며, 목 비틀이 12%로 나타났다. 다리 부위의 경우 60도이상 구부리는 자세가 7%로 나타났고, 윗 팔의 자세가 45~90도 사이에 위치한 자세가 18%로 나타났다. OWAS에 의한 신체 부위별 누적자세 비율 평가에서는 목 부위와 다리 부위가 지속적인 관찰을 요하는 2등급으로 나타났으며, 목과 팔 부위는 양호한 1등급으로 나타났다.

인쇄공정의 위험요소 작업의 유형은 < 그림 4 >와 같다. 인쇄 작업자는 < 그림 4 >에서와 같이 인쇄기에 용지를 준비하기 위한 용지 쌓기 작업(왼쪽 그림)과 용지 운반 작업(중간 그림), 인쇄가 끝난 기기를 청소하기 위한 롤러 세척 작업(오른쪽 그림) 등이 개선을 요하는 작업 자세군으로 나타났다.



용지 쌓기

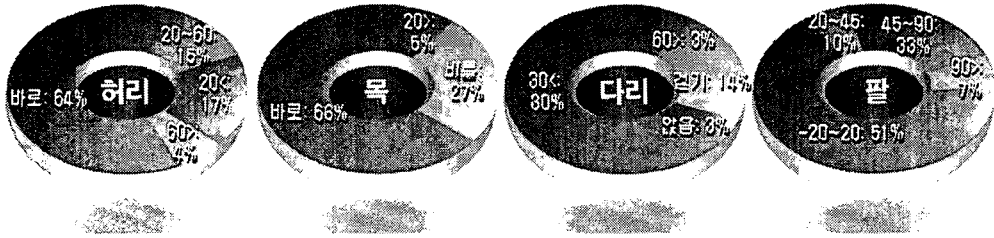
용지 운반

롤러 세척

< 그림 4 > 인쇄공정의 위험작업 요소

3.2.3 재단공정의 작업분석 결과

< 그림 5 >는 재단공정 전체 작업자의 작업내용을 샘플링 하여 신체부위별로 자세 비율을 구하여 나타낸 것이다.



< 그림 5 > 재단공정의 신체부위별 자세비율

재단작업자의 신체부위별 자세비율은 20도이상 허리를 굽히는 자세가 21%, 목이 비틀리는 자세가 27%, 걷기 자세가 14%, 윗팔을 45°이상 올리는 자세가 33%, 팔을 90°이상 올리는 자세가 7%로 나타났다. OWAS에 의한 신체 부위별 누적자세 비율 평가에서는 다리 부위가 지속적인 관찰을 요하는 2등급으로 나타났으며, 허리, 목과 팔 부위는 양호한 1등급으로 나타났다.

< 그림 6>은 재단공정 작업자의 작업 위험요소를 나타낸다. 재단작업에서는 재단 기기에서 용지를 적정 크기로 절단하기 위한 작업과 절단된 용지를 쌓는 작업, 용지 운반 작업 등에서 불편한 자세가 나타나고 있다.



용지 쌓기

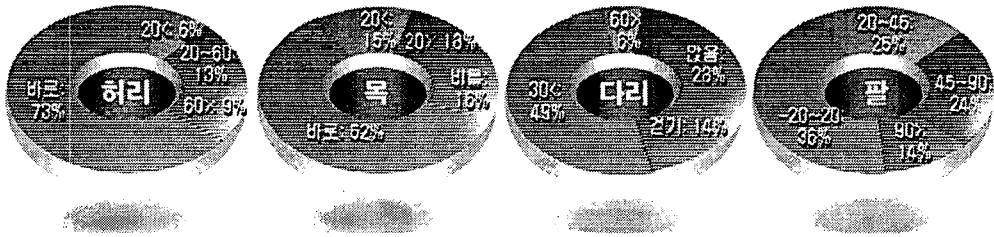
용지 쌓기

용지 운반

< 그림 6 > 재단공정의 위험작업 요소

3.2.4 제본공정의 작업분석 결과

< 그림 7 >은 제본공정 전체 작업자의 작업내용을 샘플링 하여 신체부위별로 자세 비율을 구하여 나타낸 것이다. 제본공정의 신체부위별 자세비율은 허리부위의 경우 20°이상 굽히는 자세가 22%로 나타났고, 20°이상 목 굽힘이 18%, 목 비틀 자세가 16%, 팔 자세는 45~90°에 위치한 자세가 24%로 나타났고, 90°이상 팔을 올리는 자세는 14%로 나타났다. OWAS에 의한 신체 부위별 누적자세 비율 평가에서는 다리 부위가 지속적인 관찰을 요하는 2등급으로 나타났으며, 허리, 목과 팔 부위는 양호한 1등급으로 나타났다.



< 그림 7 > 제본공정의 신체부위별 자세비율

< 그림 8 >은 제본공정에서 나타난 작업위험 요소를 나타낸다. 제본작업은 대부분이 고정된 위치에서 작업이 이루어지고 있으며 제본된 용지를 쌓거나 운반, 정리/정돈하는 작업이 위험 요소 작업으로 나타났다.



정리/정돈

용지 쌓기

책 들기

< 그림 8 > 제단공정의 위험작업 요소

3.2.5 전체 작업공정 분석

< 표 1 >은 인쇄업종의 공정별 업무 프로세스를 나타낸다.

< 표 1 > 인쇄업의 작업공정 과정

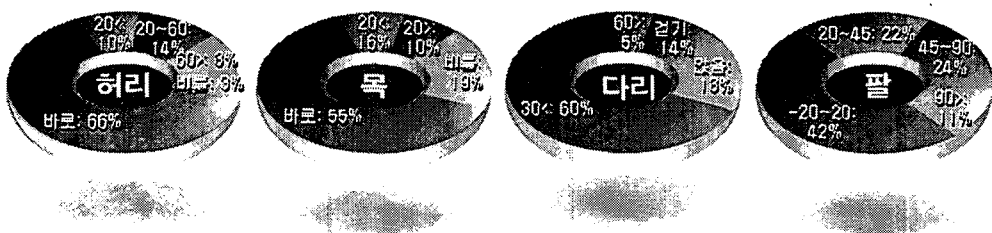
제판	인쇄	제단	제본
필름 작업	인쇄용지 쌓기	인쇄된 용지 운반	용지 운반
↓	↓	↓	↓
판에 필름 붙이기	인쇄 작업	절단기기에 넣기	기기에 투입
↓	↓	↓	↓
현상기에 삽입	확인/검사	절단 작업	제본된 용지 적재
↓	↓	↓	↓
필름 현상	인쇄된 용지 운반	용지 쌓기	마무리작업
↓	↓	↓	↓
확인/검사	롤러 씻기	용지 운반	확인/검사

작업분석을 위하여 촬영한 자료를 샘플링하여 분석한 후에 작업비율을 총 근무시간에 대한 실제 작업시간의 비율로 환산한 결과 <표 2>와 같은 작업유형별 점유비율을 얻었다. 제판공정 작업자의 작업비율을 살펴보면, 분리/삽입 작업이 35.0%로 가장 높은 비율을 보였고, 확인/검사 작업(34.9%), 들기/내리기 작업(10.6%), 운반(9.0%) 순으로 나타났다. 인쇄공정 작업자의 경우에는 확인/검사 작업(18.5%), 세척 작업(16.8%), 들기/내리기 작업(16.6%), 이동(16.3%) 순으로 나타났으며, 재단공정 작업의 경우에는 들기/내리기 작업(18.9%), 밀기/당기기 작업(10.0%) 순으로 다양한 형태의 작업 유형이 나타나고 있다. 제본작업의 경우에는 들기/내리기 작업(33.8%), 정리/정돈(14.3%), 분리/삽입 작업(10.8%) 순으로 나타나고 있으며, 제본공정에서는 들기/내리기 작업(33.8%), 정리/정돈 (14.3%), 분리/삽입 작업(10.8%) 순으로 나타났다.

< 표 2 >. 인쇄업종 작업유형 비율(%)

구분	제판	인쇄	재단	제본	전체작업
기기조작	-	3.1	1.5	0.6	0.6
들기/내리기	10.6	16.6	18.9	33.8	27.2
밀기/당기기	-	1.7	10.0	5.6	5.6
분리/삽입	35.0	3.2	8.2	10.8	11.6
세척	-	16.8	-	5.5	4.9
운반	9.0	5.5	2.1	2.3	3.3
이동	1.5	16.3	4.5	10.7	9.1
절단	5.7	-	1.8	-	0.9
정리/정돈	2.1	2.0	5.8	14.3	10.3
확인/검사	34.9	18.5	0.6	5.6	8.2
기타	1.2	16.3	46.6	10.8	18.3

< 그림 9 >는 인쇄업종 전체 작업의 작업내용을 샘플링 하여 신체부위별로 자세비율을 구하여 나타낸 것이다. 허리 부위의 경우 20°이상 허리를 굽히는 자세는 22%로 나타났고, 다리는 걷기 14%, 60°이상 굽히는 자세가 5%, 30°이하 자세가 60%로 나타났다. 목 부위는 20°이상 굽히는 자세가 10%, 목을 비트는 자세가 19%로 나타났다. 팔 자세는 45~90°에 위치한 팔 자세 비율이 24%, 팔을 90°이상 올리는 자세는 11%로 나타났다. OWAS에 의한 신체 부위별 누적자세 비율 평가에서는 다리 부위가 지속적인 관찰을 요하는 2등급으로 나타났으며, 허리, 목과 팔 부위는 양호한 1등급으로 나타났다.



< 그림 9 > 전체작업의 신체부위별 자세비율

< 표 3 >은 공정별로 RULA와 REBA 점수에 대한 차이가 존재하는가에 대한 검정 결과를 나타낸다. 상지 작업자세에 대한 평가를 위한 RULA점수와 전신 작업자세 평가를 위한 REBA 점수에서 각 공정별로 차이가 존재하며(유의수준 0.05), 재단공정에서 가장 높은 점수가 나타나고 있다. <표 3>에서 보면 인쇄업종의 공정별 RULA 평균점수를 보면 재단공정이 4.11로 가장 높게 나타났으며, 인쇄공정 3.53, 제본공정 3.29, 제판공정 3.05 순으로 나타났다. REBA의 자세평가 평균점수 역시 재단공정이 3.29점으로 가장 높은 점수를 기록했으며, 제본공정 2.76, 인쇄공정 2.53, 제판공정 1.42 순으로 높게 나타나 RULA의 평균점수와 같은 공정별 평균점수 순서를 나타냈다. 즉, 상지의 작업 자세와 전신 작업자세 모두에서 재단작업에서 평균 점수가 높게 나타나고 있음을 볼 수 있다.

< 표 3 > 공정별 RULA, REBA 점수 비교

구분	RULA 점수	REBA 점수
	평균 ± 표준편차	평균 ± 표준편차
제판	3.05 ± 0.209	1.42 ± 0.221
인쇄	3.53 ± 0.446	2.53 ± 0.703
재단	4.11 ± 0.313	3.29 ± 0.366
제본	3.29 ± 0.121	2.76 ± 0.220
p-값	0.001 *	0.009 *

4. 결론 및 검토

본 연구에서는 인쇄업에 종사하는 근로자들의 작업관련성 근골격계 질환에 대한 위험요인과 인간공학적 평가를 실시하였다. 인쇄업종은 1일 평균 근무시간이 9시간을 넘으며, 정신 집중을 요하는 정밀작업수행이 많으며, 상대적으로 중량물취급이 많이 나타나고 있다. 그러나, 설문대상자 69명 중 근골격계 통증 호소자는 3명(4.3%)으로 매우 낮은 편으로 나타났다[1,2]. 공정별 작업분석 결과에서는 재단공정이 상지와 전신작업자세 평가에 이용되는 RULA와 REBA의 평균점수가 가장 높게 나타나고 개선 비율 또한 가장 높은 것으로 나타났다.

인쇄업종은 영세하고, 고용 불안을 갖고 있는 업종으로 본 연구의 설문결과에 의하면 다른직종에 비해 통증 호소율이 매우 낮게 나타난 반면, 공정별 작업 평가 결과에서는 개선을 요하는 등급의 분포가 매우 높게 나타나고 있다. 또한 공정별 작업 평가 결과 가장 높은 점수를 차지한 재단 공정에서는 설문조사 결과 통증 호소자가 한명도 나타나지 않았지만, 상대적으로 작업평가 결과에서 위험도가 낮은 인쇄공정에서는 통증 호소자가 9.5%로 나타나 대조적인 결과를 보이고 있다. 인쇄업종과 같이 영세하고 고용 불안이 존재하고 있는 사업장에서의 통증 호소자 설문조사는 상대적으로 신뢰성이 낮은 것으로 판단되며, 따라서 영세직종 및 고용불안 상태에 있는 업종에서는 보다 체계적인 통증 호소자의 선별 방법이 요구된다. 또한, 본 연구 결과에 의하면 영세 사업장에서의 근골격계 질환 예방 활동은 통증 호소율을 기반으로 접근하는 것 보다는

작업 평가를 기반으로 작업 개선 활동을 하는 것이 요구되며, 영세업종의 작업위험요소의 분석과 개선의 정부차원에서의 체계적인 지원이 필요한 것으로 여겨진다.

5. 참 고 문 헌

- [1] 오순영, 정병용, "조선업종의 유해요인 조사 및 인간공학적 개선", 대한인간공학회지, 24(1), 2005: 27-35
- [2] 윤철수, 이세훈, "자동차 관련 직종 근로자에서 상지 근골격계 증상 호소율과 관련요인", 대한산업의학회지, 11, 1999: 439-448
- [3] 노동부, 산업재해분석, 2002~2003
- [4] 한국산업안전공단, 근골격계부담작업 유해요인조사 지침(KOSHA CODE H-30-2003), 한국산업안전공단, 2003
- [5] Graham B. Scott and Nicola R. Lambe, "Working practices in a perchery system, using the OVAKO Working posture Analysing System(OWAS)", Applied Ergonomics, 27:1996: 281-284
- [6] Lynn McAtamney and E. Nigel Corlett, "RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders", Applied Ergonomics, 24, 1993: pp91-93, 1993.
- [7] Sue Hignett and Lynn McAtamney, "Rapid Entire Body Assessment (REBA)", Applied Ergonomics, 31, 2000: 201-205
- [8] <http://www.bls.gov/iif/oshcdnew.htm>

저 자 소 개

최 호 달 : 현재 네오던의학연구소 재직,

김 현 호 : 현재 한성대학교 산업공학과 석사 과정

정 병 용 : 현재 한성대학교 산업시스템공학과 교수

양 홍 석 : 현재 한국안전환경연구원 재직