

비제조업종의 근골격계질환 예방관리 매뉴얼 개발*

김철홍¹ · 문명국¹ · 김대성²

¹인천대학교 산업경영공학과 / ²한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원

Development of Preventive Management Manual for Non-Manufacturing Industries

Chol Hong Kim¹, Myung Kug Moon¹, Day Sung Kim²

¹Department of Industrial & Management Engineering, University of Incheon, Incheon, 402-749

²Occupational Safety and Health Research Institute, KOSHA, Incheon, 403-711

ABSTRACT

A Study was conducted to investigate the type and level of occupational risk factors for the onset of work-related musculoskeletal disorders (WMSDs) in non-manufacturing industries. Total of 38 worksites were investigated from 5 different business areas such as financial institution, transportation service, building maintenance, sanitary service and educational service. Major job and task category were classified and corresponding occupational risk factors such as awkward posture, force exertion, repetitiveness of job, and work/rest cycle were examined using various ergonomic risk analysis techniques. Sets of matrices were developed including types and levels of risk factors for the classified jobs and tasks from 5 different non-manufacturing industries. Also possible ergonomic remedies were suggested for the improvement working conditions. Results and risk factor matrices can be applied as a guideline for the investigation of WMSDs risk factors in similar industries for the prevention of WMSDs.

Keyword: WMSDs, Non-Manufacturing industries, Preventive Management Manual

1. 서 론

근골격계질환이라 함은 기술발달과 생산방식의 변화 과정에서 발생하는 직업적 유해요인이 직접적으로 또는 개인적, 사회경제적 요인들과 복합적으로 단기적 또는 장기적으로 적용하여 신체의 활동과 관련된 근육, 건, 신경, 관절 및 그 주변 신체조직에 나타나는 질환으로 목, 어깨, 팔 등 상지는 물론 요통과 하지의 유사 질환도 포함하는 직업성 질환을 말한다(김철홍, 2001).

그간의 많은 연구와 조사 결과에 따르면 이러한 단순반복

작업 등과 같은 작업방법의 변화와 노동강도의 증가에 따른 직업성 근골격계질환의 발생빈도는 앞으로도 더욱 증가할 것으로 예측되고 있으며, 최근의 정보화에 따른 컴퓨터 사용의 증가에 따른 VDT증후군, 그리고 서비스업종의 증가에 따라 보다 다양한 직업군에서의 근골격계질환의 증가는 계속될 전망이다.

국내의 근골격계질환 상황은 해마다 그 심각성을 더해가고 있으며, 매년 근골격계질환자의 발생건수가 두 배 이상씩 증가하고 있는 상황이다. 1993년 최초 2명의 근골격계질환자가 공식적으로 산업재해로 승인된 이후 해마다 그 증가율이 폭발적으로 증가하고 있다. 2006년 작년 한 해 동안만

*본 연구는 2007년도 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 연구과제로 수행되었음(보건분야-연구 자료, 연구원 2008-32-53).

교신저자: 김철홍

주 소: 402-749 인천광역시 남구 도화동 177번지 이공관 508호, 전화: 032-770-8486, E-mail: chkim@incheon.ac.kr

6,223명의 질환자가 발생한 것으로 파악되고 있다(노동부, 2007).

하지만 현재까지의 대부분의 근골격계질환 관련 조사와 연구는 자동차업 및 조선업과 같은 제조업 중심 또는 일정한 작업 사이클을 지니고 있는 정형적인 작업을 중심으로 이루어져 왔다. 반면 비제조 사업장에 대한 연구는 일부 직종에 한정된 연구에 그치고 있는 실정으로 제조업에 비하여 상대적으로 부족한 상황이다. 특히, 금융, 교육, 위생 등의 서비스업은 앞으로 산업구조의 변화에 따라 그 영역이 더욱 넓어질 것으로 기대된다.

미국의 경우, 2005년 전체 근골격계질환자 중 가장 높은 비율을 차지한 업종은 수송 및 운송관련업이 80,480건(약 21.4%), 서비스업이 77,390건(약 20%), 그리고 제조업이 57,390건(약 15%)으로 보고되고 있다.

표 1. 미국의 업종별 근골격계질환 발생건수(2005년)

업종	발생건수	비율
계	375,540	100.0%
수송관련업	80,480	21.4%
서비스업	77,390	20.6%
제조업	57,390	15.3%
건설업	36,330	9.7%
기계설치, 보전, 수리업	31,120	8.3%
사무직	31,101	8.3%

2006년 노동부 통계에 의하며, 도소매 및 소비자 용품 수리업(대표업종: 유통업)이 32.2%(575개소)로 가장 높으며, 음식 및 숙박업이 14.6%(261개소)보건 및 사회복지사업(대표업종: 의료업)이 10.8% (193개소), 건물 등의 종합관리업이 9.1%(163개소)를 점유하는 것으로 나타났다. 이외에도 위생 및 유사서비스업, 교육서비스업 등 다양한 업종에서 근골격계질환이 발생하고 있는 것으로 나타났다. 그러나 근골격계질환 이행실태를 조사한 결과(2007, 김대성) 음식 및 숙박업의 경우 80%가, 도소매업(유통업)의 경우 약 73.9%가 근골격계질환 유해요인 조사를 실시하지 않은 것으로 나타나 비제조 사업장의 경우 근골격계질환에 관한 인식이 상당부분 부족한 것으로 나타났다.

따라서 본 연구는 상기 내용에서 밝힌 바와 같이 비제조업종인 ① 금융 및 보험업, ② 운수업, ③ 건물 등의 종합관리업, ④ 위생 및 유사서비스업, ⑤ 교육서비스업 등에 대한 조사 및 연구 자료가 부족한 실정으로 인한 근골격계질환 관련 작업환경 개선 및 조사 지침의 확보와 함께 각 직종에 대한 부당작업 및 근골격계 유해요인에 대한 조사와 개선안을 도출하여 작업 현장의 작업자에 대한 근골격계질환을 예

방하는데 주목적이 있다.

또한 조사된 해당 업종에 대한 조사 결과를 바탕으로 하여 해당업종의 관리와 지도에 활용될 수 있는 업종별 근골격계질환 예방 및 관리 매뉴얼의 개발과 관련 자료의 확보에 최종 목적을 두고 연구가 이루어졌다.

2. 연구 방법

본 연구의 범위는 다음의 [표 2]와 같으며, 각 업종에 대한 유해요인 조사와 그에 따른 개선안의 도출 및 매뉴얼 작성에 대하여 연구 범위를 설정하였다. 또한, 연구의 진행 절차 및 연구 방법은 연구의 범위에서 밝힌 바와 같으며, 연구 진행 절차 및 연구 방법 등에 관한 내용이 [그림 1]과 같이 나타나 있다. 국내·외의 근골격계질환의 현황 및 관련업종의 근골격계질환에 관한 폭넓은 자료를 조사하고 검토하여 이를 통한 개선안의 도출 및 유해요인의 조사 방법, 개선 기법 등의 자료를 개발하는데 참고 자료로 활용하였다.

표 2. 연구 범위

구분	연구 범위
연구 대상	1) 금융 및 보험업 2) 운수업 3) 건물 등의 종합관리업 4) 위생 및 유사서비스업 5) 교육서비스업의 주요 작업
연구 방법	1) 문헌조사 2) 각 업종별 근골격계질환 유해요인에 대한 조사 3) 작업환경 개선방안의 도출
연구 내용 및 결과	1) 각 업종별 국내외 연구 자료 등 문헌조사 2) 각 업종별 공정흐름에 따른 유해요인조사 및 현황 분석 3) 각 업종별 분석된 결과에 대한 주요 개선안의 도출 및 제시 4) 각 업종별 유해요인과 신체부위 매트릭스 분석 5) 각 업종에 대한 유해요인 조사 방법(Checklist) 및 개선 기법(Check Point) 개발 6) 각 업종에 대한 근골격계질환 예방관리 매뉴얼 작성

본 연구의 조사 대상 사업장은 5개 업종에 각 업종별 6~8개 사업장을 선정하였으며, 전체적으로 38개 사업장에 대한 현장 방문 및 평가를 실시하였다. 각 사업장에 대한 방문시 근골격계질환과 관련된 작업자 및 사업주와의 면담과 설문은 실시하여 근골격계질환에 관한 인식 및 예방관리 현황조사를 실시하였으며, 각 사업장에서 이루어지는 대표적

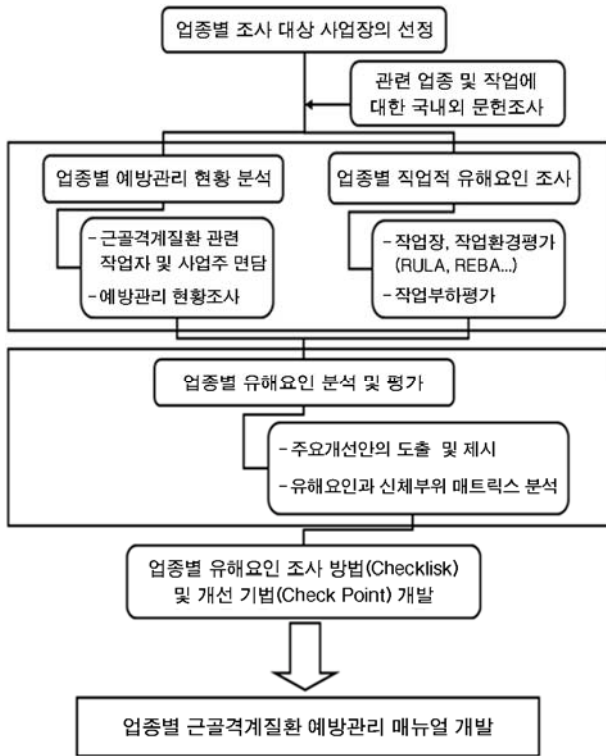


그림 1. 연구 내용 및 연구 진행 절차

인 작업을 중심으로 근골격계질환을 유발하는 직업적 위험 요인과 위험의 수준을 파악하였다. 분석 방법은 현재 인간공학 및 산업 보건 분야에서 많이 사용되고 있는 다양한 평가 기법을 적용하였으며, 본 연구에서 사용된 평가 기법이 [표 3]에 자세히 정리하였다.

또한, 각 업종 및 작업별로 조사된 유해요인 조사 결과를

바탕으로 하여 유해요인에 대한 각 신체부위별 위험요인 매트릭스 분석과 매트릭스 표를 작성하였으며, 기 조사된 국내외의 연구문헌과 업종 및 작업별 유해요인, 매트릭스 분석 등을 바탕으로 하여 각 업종에 대한 유해요인 조사 방법과 개선 기법을 개발하였다.

3. 연구 결과

본 연구의 결과는 5개의 업종에 대하여 다음의 4가지 항목으로 정리하였으며, 대표적인 결과는 다음과 같다.

3.1 업종별 작업흐름도(Flow Chart)

본 Flow Chart에서는 해당업종에서 주로 이루어지는 직종과 대표 작업 유형을 구분하고 그에 따른 직업적 유해요인을 분류하여 해당 작업의 평가시 그 업종에 포함된 작업 유형 및 그에 따른 근골격계질환 관련 유해요인의 분류를 한눈에 파악할 수 있도록 요약 정리하였다(그림 2 참조).

3.2 직종별 유해요인 Matrix

본 Matrix에서는 현장 평가를 통하여 파악된 업종별 대표적 작업 유형에 따른 유해요인을 [표 4], [표 5], [표 6], [표 7]과 같이 분류하였으며, 특정 유해요인이 각 신체부위에 미치는 유해수준의 정도를 상(+++), 중(++), 하(+)로 나누어 표기하였다.

표 3. 평가 기법 및 평가 도구

평가 도구명 (Analysis Tools)	평가되는 항목수	관련된 신체부위	적용 대상 작업종류	장·단점
JSI(Job Strain Index)	반복성, 힘, 불편한 자세 등	손, 손목	금속, 목재가공작업, 경조립작업, 검사, 포장, 자료입력 등	손부위의 세밀한 평가, 손부위 작업에 한정
RULA(Rapid Upper Limb Assessment)	반복성, 힘, 불편한 자세	손목, 팔, 팔꿈치, 목 등	조립작업, 고정작업, 검사작업 등	상체위주, 반복성과 정적자세의 고려 미흡
OWAS(Ovako Working Posture Analysis System)	자세, 힘	상체, 허리, 하체	불편한 작업자세, 중량물 취급	단순함, 정밀성이 부족
NLE(NIOSH Lifting Equation)	반복성, 힘, 불편한 자세	요추위험	중량물 취급작업	중량물 취급작업에 적절, 전문성이 요구
ANSI-Z365	반복성, 힘, 불편한 자세, 진동 등	손, 손목, 목	조립작업, 정비작업, 유류가공작업	신속한 평가 기능, 세부항목 부족
REBA(Rapid Entire Body Assessment)	힘, 불편한 자세 등	손, 팔, 어깨, 허리, 다리	전신을 사용하는 비정형 작업	상, 하체 중심으로 전신평가, 반복성 고려 미흡
OCRA(Concise Index)	힘, 불편한 자세, 휴식시간 등	손, 팔, 어깨	조립작업, 고정작업, 검사작업, 자료입력 등	휴식시간까지 고려, 전문성 요구

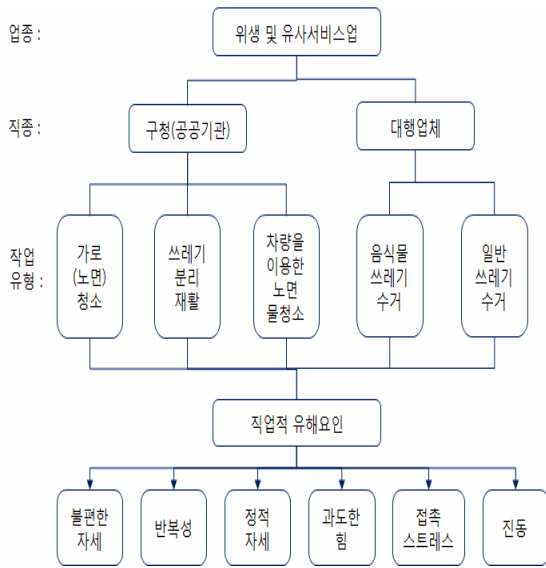


그림 2. 업종별 작업 유형 및 유해요인 분류(예)

3.3 주요 작업별 유해요인 평가 결과 및 개선방안

본 항목에서는 업종별 대표 작업에 대한 사진, 작업 내용의 요약 구체적 평가 결과와 사용된 평가 기법 및 도구와 그에 따른 개선 방향을 제시함으로써 추후 동일 업종, 작업에

대한 평가시 참고 자료로 활용하고자 하였다(그림 3 참조).

3.4 업종별 체크리스트(Checklist)

업종별 체크리스트는 국내외 유사업종 및 작업에 대한 Checklist를 종합 검토하여 본 연구에서 조사된 업종의 현장 평가 및 지도시 기본적으로 파악되어야 할 점검항목을 요약 정리하였다[표 9].

3.5 연구 결과의 정리

본 연구의 결과를 종합적으로 정리하면 앞쪽의 [표 4], [표 5], [표 6], [표 7], [표 8]과 같은 업종에 따른 주요 작업의 주요 위험요인에 대한 표를 얻을 수 있다. 이때의 유해성 정도는 유해요인의 평가시 신체부위별 위험 정도를 전반적으로 고려하여 평가하였다.

이를 통하여 전체 직종별, 작업 유형별 주요 유해요인을 파악할 수 있으며 이는 제조업과 비교하여도 큰 차이가 없는 것을 알 수 있다. 또한 주요 유해요인별 위험 정도가 높은 신체부위를 Matrix표를 통하여 쉽게 알 수 있다.

마지막으로 Matrix 표를 통하여 직종별, 작업 유형별로 분류가 가능하며, 이를 통하여 유해요인의 분류와 주요 유해요인별 부담 신체부위를 쉽게 파악할 수 있게 되었다.

표 4. 위생 및 유사서비스업종의 유해요인 Matrix

직종	주작업	유해요인				
		불편한 자세	반복성	정적자세	과도한 힘	진동
구청	가로(노면)청소	어깨+++ 손목/손+++ 허리+	어깨++ 손목/손+++		어깨+++ 손목/손+++ 허리+++	
	쓰레기 분리 재활	어깨+++ 손목/손+++ 허리+++ 발목/발+	어깨+++ 손목/손+++ 허리+++			
	차량을 이용한 노면 물청소	목+ 손목/손+++ 허리+++		목++ 허리+++		어깨+ 손목/손++ 허리+++
대형업체	음식물 쓰레기 수거	어깨+++ 손목/손+++ 허리+++	어깨++ 손목/손+++ 허리++			어깨+++ 손목/손+++
	일반 쓰레기 수거	어깨+++ 손목/손+++ 허리+++	어깨+++ 손목/손+++ 허리++		손목/손+++ 허리+++	어깨++ 손목/손++ 허리+++

표 5. 운수업종의 유해요인 Matrix

직종	주작업	유해요인						
		불편한 자세	반복성	정적자세	과도한 힘	접촉 스트레스	작업시간	진동
버스 및 택시	운전	목+ 어깨+++ 손목/손+++ 허리+++		목++ 허리+++	어깨+++		허리+++	어깨+++ 손목/손++ 허리+++
	운전-수화물 취급	어깨+++ 손목/손+++ 허리+++	어깨+++ 손목/손+++ 허리+++		손목/손+++ 허리+++			
	정비-판금	목+++ 어깨++ 손목/손+++ 허리+++		목+++ 허리++	어깨++ 손목/손+++ 허리+++			어깨++ 손목/손+++
	정비-하체	목+++ 어깨+++ 허리++		목+++ 어깨++		손목/손+++		
	정비-엔진	어깨+++ 손목/손+++ 허리+++		목+++ 어깨+++ 허리+++		무릎+++		
	정비-타이어	어깨+++ 손목/손++ 허리++ 무릎+++			어깨+++ 허리+++			어깨++ 손목/손+++

표 6. 교육서비스업종의 유해요인 Matrix

직종	주작업	유해요인				
		불편한 자세	반복성	정적자세	과도한 힘	접촉 스트레스
학원	사무	목+++ 어깨+++ 손목/손+++ 허리+++	손목/손+++	목+++ 허리+++	어깨+++	손목/손+++
유치원	원생 지도	어깨+++ 허리+++ 무릎+++	허리+++ 무릎+++			
	승하차	어깨+++ 허리+++ 무릎+++	어깨+++ 허리+++ 무릎+++		어깨+++ 허리+++	
학교	식당	어깨+++ 손목/손+++ 허리+++	어깨+++ 손목/손+++		손목/손+++ 허리+++	

표 6. 교육서비스업종의 유해요인 Matrix(계속)

직종	주작업	유해요인				
		불편한 자세	반복성	정적자세	과도한 힘	접촉 스트레스
학교	선생님(사무)	목+++ 어깨+++ 손목/손+++ 허리+++	손목/손+++	목+++ 허리+++	어깨+++	손목/손+++
	행정실	목+++ 어깨+++ 손목/손+++ 허리+++	손목/손+++	목+++ 허리+++		손목/손+++

표 7. 금융 및 보험업종의 유해요인 Matrix

직종	주작업	유해요인			
		불편한 자세	반복성	정적자세	접촉 스트레스
창구	창구(일반)	목+++ 손목/손+++ 허리+++ 무릎++	손목/손+++ 허리+++ 무릎+++	목+++ 허리+++	손목/손+++
	창구(상담)	목+++ 손목/손+++ 허리+++	손목/손+++	목+++ 허리+++	손목/손+++
	일반사무직	어깨+++ 손목/손+++ 허리+++		목+++ 허리+++	손목/손+++
	콜센터	목+++ 손목/손+++ 허리+++	손목/손+++	목+++ 허리+++	손목/손+++

표 8. 건물 등의 종합관리업종의 유해요인 Matrix

직종	주작업	유해요인				
		불편한 자세	반복성	정적자세	과도한 힘	진동
건물 등의 종합 관리업	금속발판 청소	어깨+++ 손목/손+++ 허리+++ 무릎+++	어깨+++ 손목/손+++ 허리+++			
	마대 작업	어깨+++ 손목/손+++ 허리+++	어깨+++ 손목/손+++			
	왁스 작업			어깨+++ 손목/손+++ 허리++		어깨+++ 손목/손+++ 허리++

표 8. 건물 등의 종합관리업종의 유해요인 Matrix(계속)

직종	주작업	유해요인				
		불편한 자세	반복성	정적자세	과도한 힘	진동
건물 등의 종합 관리업	분리수거	어깨+++ 손목/손+++ 허리+++			어깨+++ 손목/손+++ 허리+++	
	진공청소			어깨+++ 손목/손+++		어깨+++ 손목/손+++
	유리청소	어깨+++ 손목/손+++ 허리+++ 발목/발+++	어깨+++ 손목/손+++			


업종명	자동차 여객 운수업	작업명	운전(공항 버스)	
현실태 및 작업 내용				
 <p>○ 작업 내용 - 자동차 운전 업무로 1회 운전 시 약 3시간(왕복) 정도 소요됨</p>				
작업 분석 평가 기법 및 결과		작업별 주요 유해요인의 종류와 신체부위별 유해수준		
◆ 유해성 (상: +++, 중: ++, 하: +)				
불편한 자세	정적자세	과도한 힘	작업시간	진동
목+ 어깨+++ 손목/손+++ 허리+++	목++ 허리+++	어깨+++	허리+++	어깨+++ 손목/손++ 허리+++
본 작업 평가시 사용 가능한 평가 도구				
작업자세 : RULA 진동 및 노출시간: KOSHA CODE				
평가 도구의 활용				
실제 작업에 대한 RULA 평가 결과(작업자세) 최종 점수: 6점으로 빠른 작업개선이 요구되는 공정으로 평가됨.				
※ 주의: 위 분석은 특정작업을 대상으로 분석된 것으로 전체작업을 대표할 수는 없으며, 작업 상황과 조건에 따라 평가 결과는 달라질 수 있음.				

그림 3. 작업별 유해요인 평가 결과 및 개선방안(예시)

표 9. 업종별 체크리스트(예시)

항 목	Y	N
[사무작업]		
1. 작업자는 불필요하게 팔을 뻗거나 비트는 일없이 작업하는 모든 범위에 도달하는가?		
2. 작업면 높이가 팔꿈치 높이와 같아져 있는가?		
3. 작업면 하부의 여유공간이 적절하여 작업자의 하지가 자유롭게 움직일 수 있는가?(하지여유공간)		
4. 작업대 하단과 의자의 착석면의 여유공간이 적절하여 작업자의 하지가 자유롭게 움직일 수 있는가?(허벅지 여유공간)		
5. 사람이 의자에 앉아 있을 때 체중이 주로 좌골관절에 실려있는가?		
6. 의자 착석면의 폭은 큰사람에게 맞도록 하고 깊이는 장판지가 들어갈 여유를 두고 대퇴를 압박하지 않도록 작은 사람에게 맞추어져 있는가?		
7. 등판과 좌면의 각도와 등판의 완곡이 되어 있는가?		
8. 등판의 지지가 적절히 이루어져 있고 등받이 기울기가 조절될 수 있는가?		
9. 작업의자는 작업자가 앞이나 뒤로 쉽게 기댈 수 있는가?		
10. 발은 바닥에 평평하게 지지할 수 있는가?		
11. 요추받침대가 있는가?		
12. 작업 의자는 안정성을 위해 다리를 다섯 개 갖추어져 있는가?		
13. 모니터의 형태, 높이 및 위치는 적절한가?		
14. 책상위의 작업공간은 적절히 확보되는가?		
[중량물 취급]		
1. 무거운 물건이나 장비들을 직접 드는 경우가 있는가?		
2. 무거운 물건이나 연장 등을 걸으면서 옮기는 경우가 있는가?		
3. 작업을 하는 동안 3kg 이상의 물체를 자주 드는가?		
4. 불편한 자세를 들기작업이 이루어지는가? (예를 들어, 몸에서 멀리 든다거나, 무릎아래 또는 어깨 위에서 들기 작업이 이루어지는가?)		

4. 결론 및 검토

1. 비제조업 분야의 5개 업종에 대한 조사를 통하여 업종별 대표적인 작업 유형과 그에 따른 유해요인을 조사하여 업종별 근골격계질환의 특성을 파악하였다.
2. 비제조업에서도 제조업에서 발견되는 근골격계질환 유해요인이 유사한 형태로 존재하였으며 그 유해수준 또한 비슷하거나 일부 작업에서는 높은 경우도 나타났다.
3. 대표적 유해요인으로는 작업장의 구조적 모순에 따른 불편한 작업자세의 반복, 정적 피로의 누적, 일부 작업에서의 과도한 힘의 사용 등이 지적되었다.
4. 조사 결과 주요 개선방안으로는 작업자와 작업의 특성을 반영한 수용성, 조절성이 높은 작업장의 구조적 개선과 다양한 작업 보조 도구의 개발을 통한 신체적 부담의 감소 방안이 제시되었다. 또한 정적자세에 따른 피로 누적을 위한 맞춤형 스트레칭을 포함하는 적절한 작업/휴식 비율에 대한 고려가 필요한 것으로 나타났다.
5. 본 매뉴얼 개발을 통하여 추후 유사업종에 대한 현장 조사 및 지도시 표준화되고 체계적인 평가와 개선방안을 제시할 수 있는 기본적 지침을 마련하였다.
6. 다만, 비제조업의 경우 동일한 직종이라 하더라도 비정형의 작업형태를 가지고 있어 일관된 동일 작업을 선정하는데 제한이 있었다. 향후에는 이러한 제한점을 충분히 고려하여 비제조업종별 특성에 맞는 종합적인 예방관리 매뉴얼을 개발함으로써 근골격계질환 예방에 기여할 수 있을 것이다.

참고 문헌

- 김대성, 조민환, 김중호, 강성규. 비제조업 근골격계질환 예방실태 조사 연구. 2007년 한국산업위생학회 통계학술대회 자료집. 2007.
- 김욱, 김중호, 강성규. 중소기업도 사업장의 근골격계 부담작업 유해요인 조사 비교 연구. 2007년 한국산업위생학회 통계학술대회 자료집. 2007.
- 김철홍, 국내자동차 산업의 근골격계질환 실태에 관한 연구, 산업경영시스템학회지, 24(67), 2001.
- 노동부. 근골격계질환 예방의무 해설(제2판). 노동부 산업보건환경과; 2004.
- 노동부 통계, 2002~2006.
- 한국산업안전공단, 근골격계질환 예방관리 프로그램 매뉴얼-택배업종, 호텔 및 숙박업, 자동차 제조업, 기계기구 제조업 등,

2004.

- 한국산업안전공단, 직종별 작업종류별 근골격계질환 예방관리 매뉴얼 개발 IV, 2007.
- McGlothlin, J. D., Hudock, S. D., Hales, T. R., Reed, L. D., Wurzelbacher, S. J. and Siegfried, K. V., American Industrial Hygiene Conference and Exposition, Toronto, Ontario, Canada, June 1999. Using Ergonomic Interventions as a Matrix to Compare Japanese and American Shipbuilding and Repair Industries.
- Homan and Armstrong, 2003, "Evaluation of three methodologies for assessing work activity during computer use," AIHA Journal, 64: 48-55.
- Lost-Worktime Injuries And Illnesses: Characteristics And Resulting Time Away From Work, 2000 (<http://stats.bls.gov/iif/home.htm>).
- McAtamney, L. and Corlett, E. N. RULA: A survey method for investigation of work-related upper limb disorders. Applied Ergonomics 24(2), 91-99, 1993.
- Moore, J. S. and Garg, A., "The Strain Index: a proposed method to analyze jobs for risk of distal upper extremity disorders." Am Ind Hyg Assoc J 56(5), 443-58, 1995.
- OSHA, ERGONOMICS Program, 2001, Washington State Department of Labor and Industries (L&I). WAC 296-62-051, Ergonomics: Washington State; 2000.
- Schierhout, G. H. and Bridger, R. S., et al. "Development of observational methods for estimation of exposure to workplace postural stress." Occup Med (Lond) 44(5), 262-266, 1994.

◎ 저자 소개 ◎

- ❖ 김 철 홍 ❖ chkim@incheon.ac.kr
인천대학교 산업경영공학과
현 재: 산업경영공학과 교수, 노동과학연구소장
관심분야: 인간공학, 근골격계질환, 산업안전
- ❖ 문 명 국 ❖ human@incheon.ac.kr
인천대학교 산업경영공학과
현 재: 산업경영공학과 박사과정
관심분야: 생체역학, 근골격계질환, 산업안전, 인간공학
- ❖ 김 대 성 ❖ ergoman@kosha.net
아주대학교 대학원 산업공학과 석사
현 재: 한국산업안전공단 산업안전보건연구원
관심분야: 인간공학적 작업장 분석, 근골격계질환 예방

논문 접수 일 (Date Received) : 2008년 10월 20일

논문 수정 일 (Date Revised) : 2009년 01월 14일

논문게재승인일 (Date Accepted) : 2009년 01월 16일