



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

2012년 8월

박사학위논문

근골격계 질환 예방을 위한  
부담지수 정량화 방안에 관한 연구

- 전자업종 작업장 중심으로 -

조선대학교 대학원

산업안전공학과

정 문 조

근골격계 질환 예방을 위한  
부담지수 정량화 방안에 관한 연구

- 전자업종 작업장 중심으로 -

A study on Burden-index quantitative analysis method  
for the prevention of musculoskeletal disorders

2012년 8월 24일

조선대학교 대학원

산업안전공학과

정 문 조

근골격계 질환 예방을 위한  
부담지수 정량화 방안에 관한 연구

- 전자업종 작업장 중심으로 -

지도교수 박 해 천

이 논문을 공학 박사학위신청 논문으로 제출함

2012년 04월

조선대학교 대학원

산업안전공학과

정 문 조

## 정문조의 박사학위 논문을 인준 함

위원장	조선대학교 교수	<u>김 의 식 (인)</u>
위 원	조선대학교 교수	<u>최 형 일 (인)</u>
위 원	조선대학교 교수	<u>김 종 래 (인)</u>
위 원	감장법률사무소 고문	<u>김 현 수 (인)</u>
위 원	조선대학교 교수	<u>박 해 천 (인)</u>

2012년 06월

조선대학교 대학원

# 목 차

ABSTRACT .....	viii
제1장 서 론 .....	1
제1절 연구의 필요성 .....	1
제2절 연구의 목적 .....	3
제2장 이론적 고찰 .....	5
제1절 근골격계 질환의 개요 .....	5
제2절 근골격계 질환의 국·내외 실태 .....	9
1. 국내의 근골격계 질환 발생 현황 .....	9
2. 국외의 근골격계 질환 발생 현황 .....	13
제3절 전자업종의 작업특성 .....	16
제4절 작업특성과 근골격계 질환의 인과관계 .....	20
제5절 선행연구 고찰 .....	23
제6절 근골격계 부담 작업에 대한 고찰 .....	25
제7절 부담인자로 인한 근골격계 질환 .....	29
제8절 인간공학적 평가도구의 분석 .....	32
1. RULA 기법 .....	37
2. REBA 기법 .....	38
3. OWAS(Ovako Working-posture Analysis System) 기법 .....	39
4. NLE(NIOSH Lifting Equation) 기법 .....	40
5. SI(Strain Index) 기법 .....	42
6. ANSI Z-365 기법 .....	43
7. 인간공학적 평가기법의 장·단점 .....	44
제3장 연구 및 분석방법 .....	47
제1절 전자업종 실태분석 .....	47
1. 조사 개요 .....	47

2. 분석 방법 .....	49
제2절 근골격계 유해요인조사 인식수준 실태분석 .....	51
1. 조사 개요 .....	51
2. 설문 구성 및 척도 .....	52
3. 분석 방법 .....	52
제3절 유해요인조사의 정의 및 시행 방법 .....	53
제4장 결과 및 고찰 .....	55
제1절 전자업종 근로자 설문대상자의 일반적 특성 .....	55
제2절 근골격계 질환 발생 요인 .....	56
1. 신뢰도 및 타당도 .....	56
2. 근골격계 질환 발생요인 집단별 비교 .....	60
제3절 유해요인 조사를 통한 전자업종관련 부담인자 선정 .....	68
1. 유해요인조사 대상 및 분석결과 .....	68
2. 유해요인 조사를 통한 전자업종 관련 부담인자 .....	75
제4절 근골격계 유해요인조사 인식수준 실태분석 결과 .....	80
1. 설문대상자의 일반적 특성 .....	80
2. 근골격계 유해요인조사에 관한 인식수준 .....	81
3. 근골격계 유해요인조사에 관한 필요도 조사 .....	86
4. 유해요인조사 인식수준에 기반한 다변량 회귀분석 .....	87
제5절 전자업종 특성에 맞는 부담 작업 평가기법 개발 .....	91
1. 새로운 부담 작업 평가기법 개발 .....	91
2. 새로운 부담 작업 평가도구를 이용한 개선대상 선정 및 개선작업 .....	99
제6절 부담지수 정량화 기법 검증 .....	103
1. 검증의 목적과 변인 설정 .....	103
2. 검증을 위한 가설 .....	103
3. 연구 대상 .....	104
4. 작업자의 일반적인 특성에 따른 현행 인간공학적 평가 기법의 적절성 및 신뢰성 .....	105
5. 부담지수 정량화 방안에 대한 유효성 .....	112

제5장 결론 .....	121
제1절 연구결과의 요약 및 논의 .....	121
제2절 연구의 한계점 .....	122
참고문헌 .....	123
부록 .....	128
감사의 글 .....	153

# List of Tables

Table 2-1. 근골격계 질환의 발생 단계 .....	6
Table 2-2. 근골격계 질환의 발생 메커니즘 .....	7
Table 2-3. 미국 산업안전보건청(OSHA)에서 정의한 근골격계 질환의 징후와 증상 .....	8
Table 2-4. 국내 연도별 산재 발생건수 및 근골격계 질환 발생 현황('96~'11) .....	10
Table 2-5. 사업장 규모별 근골격계 질환자 현황 (단위 : 명) .....	11
Table 2-6. 한국과 미국 작업관련 근골격계 질환자 발생 상황 비교 .....	14
Table 2-7. 미국의 근골격계 질환자수 및 배상액(KOSHA 2006) .....	14
Table 2-8. 주요국의 근골격계 질환자 현황 .....	15
Table 2-9. 근골격계 질환과 유해인자의 연관성 .....	26
Table 2-10. 작업관련 부위별 근골격계 질환 .....	30
Table 2-11. KOSHA code H-30에서 권장하는 작업분석평가도구 .....	33
Table 2-12. 인간공학적 평가도구를 사용한 연구 문헌 .....	35
Table 2-13. 근골격계 질환 위험요인 평가기법 선택 시 고려사항 .....	36
Table 2-14. 근골격계에 미치는 영향평가를 위한 작업자세 수준 .....	40
Table 2-15. SI 기법 평가기법 및 최종평가 조치점수 .....	43
Table 2-16. 인간공학적 평가도구의 평가항목 및 선정기준 비교 .....	45
Table 2-17. 인간공학적 평가도구의 장·단점 비교 .....	46
Table 3-1. 근골격계 질환 유발 요인을 측정하기위한 변인구성 .....	50
Table 3-2. 유해요인조사 인식수준을 측정하기 위한 설문 구성 .....	52
Table 4-1. 설문 대상자의 일반적 특성 .....	55
Table 4-2. 근골격계 질환 유발 요인 측정 변인에 대한 요인분석 총분산 .....	57
Table 4-3. 근골격계 질환 유발 요인 측정 변인에 대한 회전된 성분행렬 .....	58
Table 4-4. 근골격계 질환 유발 요인 측정 변인에 대한 항목 총 통계량 .....	59
Table 4-5. 연령별 집단 비교 시 유의미한 평균의 차 변수표 .....	61
Table 4-6. 직무계별 집단 비교시 유의미한 평균의 차 변수표 .....	62
Table 4-7. 직군간 집단 비교시 유의미한 평균의 차 변수표 .....	64
Table 4-8. 근골격계 부담 작업의 범위별 강도 .....	65
Table 4-9. 근골격계 질환 발생 요인과 근골격계 부담 작업의 상관행렬 .....	67

Table 4-10. 정적작업과 비정적 작업의 개선 요구사항 비교 .....	68
Table 4-11. 유해요인 기본조사표에 의한 조사 예시 .....	69
Table 4-12. 근골격계 질환 증상조사표에 의한 조사 예시 .....	70
Table 4-13. 전자업종내 작업공정별 부담인자 .....	76
Table 4-14. 유해요인 조사결과 전자업종내 부담인자 비율 .....	77
Table 4-15. 부위별 통증 통계 .....	78
Table 4-16. 설문 대상자의 일반적 특성 .....	81
Table 4-17. 유해요인조사 인식수준 측정 변수에 관한 소속기관별 평균검정 .....	82
Table 4-18. 유해요인조사 인식수준 측정 변수에 관한 직위별 평균검정 .....	83
Table 4-19. 유해요인조사 인식수준 측정 변수에 관한 근무년수별 평균검정 .....	84
Table 4-20. 근골격계 유해요인조사에 관한 문항별 필요도 .....	87
Table 4-21. 종속변수 도출을 위한 필요도 변인의 회전된 성분행렬 .....	88
Table 4-22. 다변량 회귀분석의 모형요약 .....	89
Table 4-23. 다변량 회귀분석의 모형의 $\beta$ 값 .....	90
Table 4-24. 개선 전·후 유해요인조사 흐름도 비교표 .....	93
Table 4-25. 정성적 평가를 활용한 전자업종 부담인자 분류 .....	95
Table 4-26. 전자업종 부담인자 정량적 평가 검증 .....	96
Table 4-27. 부담 작업 평가도구 .....	98
Table 4-28. 부담 작업 평가기준 7개 항목에 의한 부담 작업 개선 전 후 비교 .....	99
Table 4-29. 검증 대상의 일반적인 특성 .....	105
Table 4-30. 현행 인간공학적 평가 기법의 적절성과 신뢰성에 대한 빈도분석 .....	106
Table 4-31. 사업장 규모에 따른 집단간 평균비교 .....	108
Table 4-32. 직위 및 직책에 따른 집단간 평균비교 .....	109
Table 4-33. 경력에 따른 집단간 평균비교 .....	110
Table 4-34. 일반적인 특성과 변인간 Pearson 상관계수 .....	111
Table 4-35. 유효성 측정 변인 항목 총계 통계량 .....	113
Table 4-36. 유효성 측정 변인간 상관행렬 .....	114
Table 4-37. 대기업과 소규모 사업장 간의 유효성 변인에 대한 평균차 .....	115
Table 4-38. 안전관리자와 사원간의 유효성 변인에 대한 평균차 .....	117
Table 4-39. 10년 이상과 1년 미만간의 사업장 간의 유효성 변인에 대한 평균차 .....	119

# List of Figures

Fig. 2-1. 작업관련 근골격계 질환 발생요인 .....	7
Fig. 2-2. 업종별 근골격계 질환자 발생현황 .....	12
Fig. 2-3. 질병원인별 근골격계 질환자 발생 분포 .....	12
Fig. 2-4. 유발행위별 근골격계 질환자 발생 분포 .....	13
Fig. 2-5. REBA 기법 평가기법 .....	38
Fig. 2-6. NLE 분석절차 .....	41
Fig. 3-1. 유해요인조사 흐름도 .....	54
Fig. 4-1. 근골격계 질환 유발 요인에 대한 연령별 집단비교 .....	60
Fig. 4-2. 근골격계 질환 유발 요인에 대한 몸무게별 집단비교 .....	61
Fig. 4-3. 근골격계 질환 유발 요인에 대한 직군간 집단비교 .....	63
Fig. 4-4. 통증의 구체적 부위에 관한 현황 .....	72
Fig. 4-5. 통증의 지속 기간에 관한 현황 .....	72
Fig. 4-6. 통증의 아픈 정도 .....	73
Fig. 4-7. 지난 1년간 동일증상 경험주기 현황 .....	74
Fig. 4-8. 통증으로 인한 병원치료 현황 .....	74
Fig. 4-9. 지난 1주일간 동일 증상 .....	75
Fig. 4-10. 소속기관별 근골격계 관련 조사 인식수준에 관한 평균 .....	82
Fig. 4-11. 직급별 근골격계 관련 조사 인식수준에 관한 평균 .....	84
Fig. 4-12. 현직장 근무년수별 근골격계 관련 조사 인식수준에 관한 평균 .....	85
Fig. 4-13. 개선 전 중량물 취급 작업중 부품투입작업 .....	100
Fig. 4-14. 개선 후 중량물 취급 작업중 부품투입작업 .....	100
Fig. 4-15. 개선 전 에바용접 공정 부품취급 자세 .....	101
Fig. 4-16. 개선 후 에바용접 공정 부품취급 자세 .....	101
Fig. 4-17. 개선 전 발포공정 박스투입 및 회수 작업 .....	102
Fig. 4-18. 개선 후 발포공정 박스투입 및 회수 작업 .....	102
Fig. 4-19. 현행 인간공학적 평가 기법의 적절성과 신뢰성에 대한 정규분포 .....	107
Fig. 4-20. 사업장 규모별 정량화 방안의 유효성 .....	115
Fig. 4-21. 직위 및 직책별 정량화 방안의 유효성 .....	116

Fig. 4-22. 경력별 정량화 방안의 유효성 ..... 118  
Fig. 4-23. 정량화 방안 사용경험에 따른 정량화 방안의 유효성 ..... 120

# ABSTRACT

## A study on Burden-index quantitative analysis method for the prevention of musculoskeletal disorders

(For electronic industry)

Chung Moon Jo

Advisor : Prof. Park Hai-chun, Ph.D.

Department of Industrial Safety Engineering

Graduate School of Chosun University

In the modern society, while developments in scientific technology have contributed to automation of many production facilities, working conditions are changing to the form of simple work as working methods become much more simplified and handling of products are still made with production activities including inspection and assembly in picking up, carrying of goods in person. Also, increases in the speed and intensity of works due to introduction of new technologies such as mechanization and automation as well as changes in production methods, and repetitive motions, unnatural working positions and use of immoderate forces due to complicated and/or simplified works bring about increases in hazardous factors in works, which become the cause of continuous increase in the occurrence of Musculo Skeletal Disorders(MSD) to show abnormal symptoms in neuromuscles of workers' neck, shoulder, waist and limbs.

This MSD has become the most popular occupational disease in those advanced countries such as Europe, the USA and also in our country, the occurrence of this case has increased sharply while suffering the IMF economic crisis because of accelerated working intensity and working speed increase caused by mechanization and automation in concert with dehirng for cost reduction and introduction of performance system for productivity

improvement by every company. As the occurrence of this MSD came to the fore as a major reason for conflicts between labor and management and for social problems, our country legislated for obligatory provisions for the prevention of MSD by employers.

Although the law prescribes to reduce and/or eliminate MSD by finding out problematic works and carrying out improvement of working conditions through investigations of legally hazardous factors for the prevention of MSD occurring frequently, it causes difficulties to fulfill legal liabilities since the standards for valuation of hazardousness are not stated clearly in those related laws, regulations, notifications and technical guidances to decide whether or not it is an object to take measures for improvement of working environment after such investigation of hazardous factors.

Also, in the occasion of existing guidances for investigation of hazardous factors, it is supposed to evaluate the hazardousness by multiplying work frequency and work load, but it is difficult to reflect on the decision of the priority order of improvement due to low sensitivity of evaluation while it should be based on the worker's subjective judgment when the work load is decided, and also it is difficult to judge the extent to which it is hazardous since the level of taking actions is not provided. Therefore, in this study, it made comparison analysis of ergonomic evaluation instruments such as OWAS, RULA, SI, and NLE, which are representative working position valuation techniques for investigation of hazardous factors to be hard on the musculoskeletal system and also analyzed field effectiveness to develop a method of quantified MSD prevention cost index to be available of easier access and valuation in the field of electronic manufacturing industry.

Regarding the part of suggestion of cost index analysis method for the improvement of works to be hard suitable for the electronic industry, it selected seven items, which were parts weight, tools weight, work frequency, arms position, position(bending), vibration shock work, moving distance, as the part of object selection excepting the application of existing ergonomic

technique and for cost index, it is the total points multiplied every point of those seven items as the standards of valuation, and proceeded in the method to reevaluate the effect by selection of the object to be improved and improve the works to be hard after quantification of the cost index by those seven items.

In this study, since it is easier to access than the ergonomic valuation method and possible to get numerical values through quantification, it would be utilized in ranking the priority order of the objects to be improved.

# 제1장 서론

## 제1절 연구의 필요성

과학기술의 발전과 맞물려 제조업 내 생산시설은 자동화되고, 작업속도는 증가하였으며, 작업방법은 단순작업 형태로 바뀌어 가고 있다. 이러한 작업내용의 단순·반복화는 부자연스런 작업 자세, 과도한 힘의 사용, 불충분한 휴식 등 작업상의 유해요인 증가를 불러와 작업자의 건, 근육, 신경, 인대, 관절, 연골 그리고 척추 등에 필요 이상의 스트레스를 부과 시켰으며 결과적으로 목, 어깨, 허리, 팔, 다리 등에 기형이나 약력저하, 행동반경 축소 혹은 기능 손실 등의 근골격계 질환(Musculoskeletal disorders, MSDs)을 유발하였고 구체적으로 직업성 요통(Work-related low back pain) 혹은 누적 외상성 질환(Cumulative trauma disorders, CTDs)발생을 증가 시키고 있다<sup>1)</sup>.

특히 근골격계 질환은 개인의 신체적 특성, 인간공학적 위험요인, 작업환경 요인, 사회 심리적 요인 등에 따라 그 위험 요인이 다양한데 개인적 요인으로는 성별, 연령, 비만, 흡연 등이 관련되어 있다고 알려져 있다. 그리고 반복 작업, 기계적 자극, 정적인 또는 불량한 자세, 전신 및 국소진동, 저온환경 등 인간공학적 요인과 교대 근무, 근무시간, VDT 작업시간, 업무량 등 작업환경 요인 그리고 직업만족도, 근무 조건 만족도, 직장 내 인간관계 등 사회 심리적 요인이 복합적으로 작용하는 것으로 알려져 있다<sup>2)</sup>. 또한 질환 특성상 외부관찰이 힘든 신체 내부의 미세구조 파괴 등이 수반되므로 직접적인 원인 관찰이 매우 어려운 실정이다<sup>3)</sup>.

이러한 근골격계 질환은 자연 발생적 질환이라기보다 업무 특성과 매우 밀접한 관련이 있으며 외관상 질병이라 판단하기 힘들다는 점 때문에 1960년 직업성 근골격계 장애는 국제 노동기구(International Labour Organization)에 의하여 직업병으

---

1) 이주일, 건설 근로자의 근골격계 질환 발생 현황 및 예방대책에 관한 연구, 2011  
2) 박진국, 조선업 근로자들에서 업무관련성 근골격계 질환의 위험요인, 2002  
3) 정영근, 건설업 종사자의 근골격계 질환 관련작업 실태와 관련 요인, 2004

로 규정 되었다.

근골격계 질환의 국내 발생현황을 보면 2000년의 경우 1999년에 비해 193% 증가하였고, 2003년의 경우 4,532건으로 2002년도 1,827건에 비해 148% 증가하였으며 2009년도 근골격계 질환으로 인한 산재보상비용은 1,360억 원으로 2002년 보다 무려 6.5배나 늘어난 것으로 나타났다.

이와 같이 사회·경제적 비용이 날로 증가하게 되자 인체에 과도한 부담을 주는 작업<sup>4)</sup>에 의하여 발생하는 제반 건강장해 예방에 대한 사업주의 의무를 부과하기 위하여 산업안전 보건법 제 24조(보건상의 조치)와 동법 시행령 제17조(보건관리자의 직무 등) 및 산업보건기준에 관한 규칙(2003.7.12.)을 전면 개정하여 “근골격계 부담 작업으로 인한 건강장해 예방”을 신설하고 유해요인조사, 작업환경개선, 의학 적 조치, 유해성 주지 및 근골격계 질환 예방관리 프로그램의 수립·시행 등을 의무 화하기에 이르렀다.

하지만 급박하게 신설·개정된 법, 규칙, 지침은 유해요인 조사 대상 작업들을 근 골격계 부담 작업으로만 제한하는 등 현실을 제대로 반영하지 못한 채 시행됨으로 인하여 다양한 문제점이 야기되고 있다.

특히 근골격계 질환 예방을 위한 범국가적인 예방책으로 유해요인조사를 통한 현장 실태 파악이 주를 이루고 있으며 우리나라 작업현장에 적절치 못한 외국의 유해도 평가기법 도입으로 인하여 근골격계 질환 예방 효과가 미미한 실정이다.

그리고 대규모 사업장의 근골격계 질환에 대한 예방은 의학적 처방과 함께 작업 장 설계에 인간공학을 적용하여 도구나 장비 등의 산업적인 조건들을 개선하는 방 법으로 예방하여 왔으나 소규모 사업장의 경우 이와 같은 인간공학 관점의 예방대 책을 실천하기 위한 경제적인 비용의 부담이나 인간공학 전문가의 부족 등의 현실 적인 어려움 때문에 근골격계 질환 예방 자체를 시도조차 하지 못하는 경우가 대 부분이다.

---

4) 산업안전보건법 제24조 제1항 제5호; 단순 반복 작업 또는 인체에 과도한 부담을 주는 작업에 의한 건강 장해, 신설

이러한 현 상황 하에서 작업자들에게 부과되는 작업부하를 올바르게 평가하고 해당 위험요인들을 찾아 개선시킴으로써 작업의 안전성을 확보하기 위한 방안으로, 근골격계 질환 유해도 평가는 근골격계 질환 예방에 있어서 가장 기초적이고 중요한 과정이라 할 수 있다.

따라서 국내 사업장을 대상으로 현실에 맞는 적용성(범용성)과 정밀성을 갖춘 유해도 평가항목과 기준을 마련해야 하며, 근골격계 질환을 종합적으로 예방할 수 있는 유해요인 평가 방안이 개발되어야 한다. 즉, 제조업 현장에서 쉽게 적용하고 평가할 수 있으며, 사업장 특성에 맞는 근골격계 질환 예방을 위한 부담 작업 정량화 분석 평가 방안이 절대적으로 필요한 시점이다.

## 제2절 연구의 목적

본 연구는 국내 제조업 중 전자업종 작업장의 인간공학적 위험요인에 대한 객관적이고 효율적인 평가기법에 대해 논의하고 우리나라 현실에 적합한 새로운 근골격계 질환 평가 방안을 제시하기 위해 다음과 같은 연구를 진행하고자 한다.

첫째, 근골격계 질환의 발생 및 관리현황 그리고 작업관련 유해요인들의 평가항목과 평가기준에 대한 조사를 실시하고 전자업종 내 근골격계 질환과 작업관련 유해요인과의 상관성을 확인한다.

둘째, 현재 시행되고 있는 유해요인 조사와 인간공학적 평가기법의 필요성 및 이해도 그리고 적용가능성에 관한 설문조사를 통해 유해요인 평가항목, 평가기준 그리고 평가등급을 결정하고 이를 이용한 정량화된 평가 방안을 제시한다.

셋째, 실제 작업장을 대상으로 부담 작업에 대한 기존 인간공학적 평가 기법과 본 연구가 제안하는 방안과의 실태 분석 및 비교를 통해 부담 작업 정량화 평가 방안 검증을 실시한다.

결과적으로 근골격계 질환에 영향을 미치는 유해인자들을 도출해 내며, 이 유해인자들을 이용하여 부담 작업 우선순위를 측정할 수 있는 정량화된 평가방안을 개

발하고 기존 기법과 비교하여 새로운 평가방안의 장·단점을 밝힘으로써 근골격계 질환에 영향을 미치는 부담 작업들을 개선할 수 있는 방안을 마련하고자 한다.

## 제2장 이론적 고찰

### 제1절 근골격계 질환의 개요

근골격계 질환이란 1960년대 세계노동기구(ILO)가 사업장 내의 작업관련 근골격계 질환을 언급한 이후 직업병으로 규정하였다<sup>5)</sup>. 우리나라에서는 1980년대에 문제로 대두되어 1994년 처음으로 업무상 질병으로 인정받았다. 미국국립산업안전연구소(NIOSH, National Institute for Occupational Safety and Health, 1997)에 의한 정의는 작업과 관련하여 목, 어깨, 팔꿈치, 손목, 손가락, 허리, 다리 등 주로 관절 부위를 중심으로 근육과 혈관, 신경 등에 나타나는 근골격계의 만성적 건강장애를 말하며, 최소 1주일 이상 또는 과거 1년간 한 달에 한번 이상 건강장애 증상이 현 작업 시작 이후에 발생하였으며, 동일 신체부위에 유사 질병과 병력이 없는 경우를 근골격계 질환이라 정의한다. 또한 미국 산업안전 보건국(OSHA, Occupational Safety and Health Administration)에 의한 정의는 목, 어깨, 손, 손목, 팔, 허리, 다리 등을 포함한 상지, 하지, 허리 등 근골격계 및 신경계에 발생하는 장애로서 장 시간에 걸쳐 반복적으로 움직이는 동작, 과도한 힘을 요구하는 작업, 국소 및 전신의 진동, 부자연스러운 자세, 기계적인 압박 및 기타 인간공학적 요인 등을 원인으로 정의한다. 즉 근골격계 질환이란 근골격계 부담 작업으로 인하여 발생하는 질환을 말하며 작업에 의하여 증상이 유발되거나 기존의 증상이 악화된 경우를 작업 관련 근골격계 질환이라고 한다.

또한 산업안전보건법을 보면 근골격계 질환 부담 작업의 범위를 “단순 반복 작업 또는 인체에 과도한 부담을 주는 작업”<sup>6)</sup>으로 정의하며, 단순 반복 작업으로 인하여 기계적 스트레스가 신체에 누적되어 목, 어깨, 팔, 팔꿈치, 손목 그리고 손등의 신경, 건, 근육 및 그 주변 조직에 나타나는 질환을 말한다. 산업보건기준에 관한 규칙 142조에 의하면, 반복적인 동작, 부적절한 작업 자세, 무리한 힘의 사용, 날카로운 면과의 신체접촉, 진동 및 온도 등의 요인에 의하여 발생하는 건강장애로서 목, 어깨, 허리, 상·하지의 신경·근육 및 그 주변 신체조직 등에 나타나는 질환이라고 정의하고 있다.

5) Occupational Safety and Health Administration(OSHA) (1997) Nonfatal occupational illness by category of illness, private industry. US Department of Labor. Bureau of Labor Statistics March.

6) 노동부 고시 제2003-24호

그리고 흔히 접하는 요통, 디스크, 염좌, 목과 어깨의 통증, 손과 손목 통증 등의 질병이 직장에서의 안 좋은 작업 자세, 높은 작업 강도, 고중량물 취급 작업으로 인해 발생된 경우는 직업성 근골격계 질환<sup>7)</sup>이라고 한다.

위와 같은 직업성 근육 관련 질환의 증상은 각 부위의 통증으로 나타나며, 그 외에 붓고, 저리고 마비가 올 수 있다. Table 2-1에 근골격계 질환의 발생단계를 나타내었다.

근골격계 질환의 발생 1단계로는 작업시간 중 통증 및 피로감, 하룻밤 지나면 증상 없음, 작업 능력 감소 없음 그리고 며칠 동안 지속 악화와 회복을 반복 등의 증상이 나타나며, 제 2단계로 작업시간 초기부터 통증 발생, 하룻밤 지나도 통증 지속, 화끈거려 잠을 설침, 작업 능력 감소 그리고 몇 주, 몇 달 지속 악화와 회복 반복 등의 증상이 발생 하게 된다. 이러한 증상이 계속하여 지속될 경우 제 3단계로 휴식시간에도 통증, 반복적인 움직임 없어도 발생, 통증으로 보면 작업수행 불가능, 작업뿐 아니라 일상생활의 장애 동반 등으로 직업성 근골격계 질환으로 이어지게 된다.

근골격계 질환을 예방하기 위하여 제 1~2단계에서 치료가 되지 않으면 계속 진행되어 3단계인 만성적 질환이 될 수 있으며, 이때 근골격계 질환을 치유하기 위해서 많은 시간과 비용이 소요 된다.

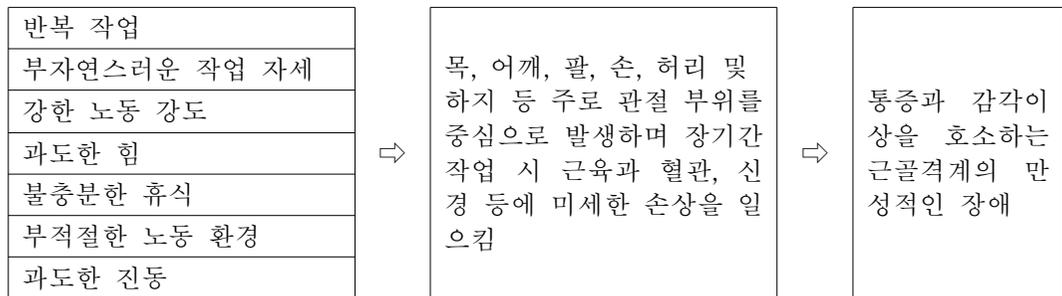
Table 2-1. 근골격계 질환의 발생 단계

1단계		2단계		3단계
작업시간 중 통증 및 피로감		작업시간 초기부터 통증 발생		휴식시간에도 통증
하룻밤 지나면 증상 없음	⇨	하룻밤 지나도 통증 지속	⇨	반복적인 움직임 없어도 발생
작업 능력 감소 없음		화끈거려 잠을 설침 작업 능력 감소		통증으로 보면 작업수행 불가능
며칠동안 지속 악화와 회복을 반복		몇 주, 몇 달 지속 악화와 회복 반복		작업뿐 아니라 일상생활의 장애 동반

7) 산업안전보건기준에 관한 규칙 제656조

근골격계 질환의 발생 메커니즘은 Table 2-2에 나타난 바와 같이 근골격계 질환 유발요인들로 인하여 목, 어깨, 팔, 손, 허리 및 하지 등 주로 관절 부위를 중심으로 발생 하고 장시간 사용 했을 시 근육과 혈관, 신경 등에 미세한 손상을 일으키고 결과적으로 통증과 감각이상을 호소하는 근골격계의 만성적인 장애로 나타나게 된다.

Table 2-2. 근골격계 질환의 발생 메커니즘



작업관련 근골격계 질환발생요인은 Fig. 2-1에 나타난 바와 같이 사회심리적 요인, 조직적 요인, 개인적 요인, 작업특성, 환경적 요인, 스트레스 요인이 주를 이루고 있다. 사회심리적 요인으로는 직무 만족도, 작업 통제력 등이고, 스트레스의 요인은 작업, 조작능력, 개인관련 등이 근골격계 질환발생에 영향을 준다. 환경적 요인은 온도, 습도, 소음 등이며, 작업특성은 자세, 근육긴장, 작업강도, 과도한 힘의 사용, 진동 등이며, 개인적 요인은 성별, 연령, 병력 등이며, 조직적 요인으로 납기, 성과급, 잔업 등이 근골격계 질환발생에 영향을 준다.

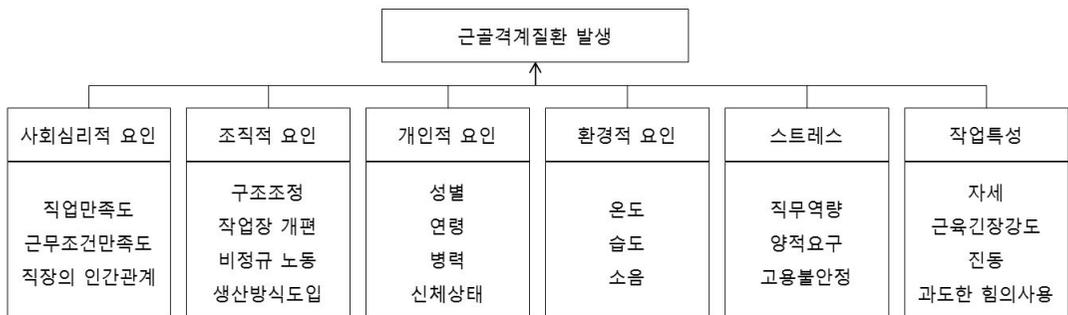


Fig. 2-1. 작업관련 근골격계 질환 발생요인

작업관련성 근골격계 장애는 개인의 신체적 특성, 인간공학적 위험 인자, 직무 스트레스, 노동 강도 등에 따라 그 위험 인자가 다양하다. 개인적 특성으로는 연령의 증가 그리고 비만 등이 관련된다고 알려져 있고, 인간공학적 위험 요소로 반복 작업, 기계적 자극, 정적인 자세 또는 불량한 자세, 전신 및 국소 진동, 저온 환경, 작업시간 그리고 업무량 등 작업환경요인<sup>8)</sup>이 복합적으로 작용하는 것으로 알려져 있다.

미국의 산업안전보건청에서 정의한 근골격계 질환의 징후와 증상을 Table 2-3에 나타낸 바와 같이 신체 부위는 근육, 신경, 건, 인대, 관절, 연골 그리고 척추디스크를 의미하며 근골격계 질환의 징후로는 기형, 악력저하, 행동반경 축소, 기능손실을 말한다. 그리고 이와 관련된 증상으로는 감각의 마비, 따끔거림, 통증, 화끈거림, 뻣뻣함 그리고 경련을 유발하는 증상을 의미한다고 정의 하고 있다.

Table 2-3. 미국 산업안전보건청(OSHA)에서 정의한 근골격계 질환의 징후와 증상

신체부위	근골격계 질환의 징후 (signs)	근골격계 질환의 증상 (symptoms)
<ul style="list-style-type: none"> <li>· 근육(muscles)</li> <li>· 신경(nerves)</li> <li>· 건(tendons)</li> <li>· 인대(ligaments)</li> <li>· 관절(joints)</li> <li>· 연골(cartilage)</li> <li>· 척추디스크(spinal discs)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 기형(deformity)</li> <li>· 악력저하 (decreased grip strength)</li> <li>· 행동반경 축소(decreased range of motion)</li> <li>· 기능손실 (loss of function)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 감각의 마비(numbness)</li> <li>· 따끔거림(tingling)</li> <li>· 통증(pain)</li> <li>· 화끈거림(burning)</li> <li>· 뻣뻣함(stiffness)</li> <li>· 경련(cramping)</li> </ul>

8) M. Hagberg, B, Silverstein, Work Relateds Musculoskeletal Disorder, 1995

## 제2절 근골격계 질환의 국·내외 실태

### 1. 국내의 근골격계 질환 발생 현황

우리나라에서 근골격계 질환이 본격적으로 알려진 것은 1996년 전화교환원들의 목, 팔, 어깨 장해(경견완 장해) 집단 발병이 계기가 됐다. 그 후 우리나라 산업현장에서 근골격계 질환은 꾸준히 증가해 왔다. 근골격계 질환이란 신체의 일부분을 과도하게 사용하거나, 무리하게 힘을 주거나, 반복동작 등으로 인해 근육과 신경, 혈관, 연골, 인대 등의 조직이 손상되어 신체에 나타나는 건강장해를 총칭한다.<sup>9)</sup> 그 중에서도 특히 자신의 직업과 관련해서 생긴 근골격계 질환을 작업관련성 근골격계 질환이라고 하며, 대표적으로 수근관 증후군, 건염, 근막통증후군, 추간판 탈출증 등이 있다. 근골격계 질환은 과도하게 힘을 쓰거나 반복적인 동작, 부자연스러운 작업 자세를 취하여 작업하는 경우 발생할 확률이 높다. 또한, 일회성 사고나 조직손상 증가로 발생하기도 하고, 몇 주, 몇 개월 또는 몇 년에 걸쳐 질환으로 진전되기도 한다.

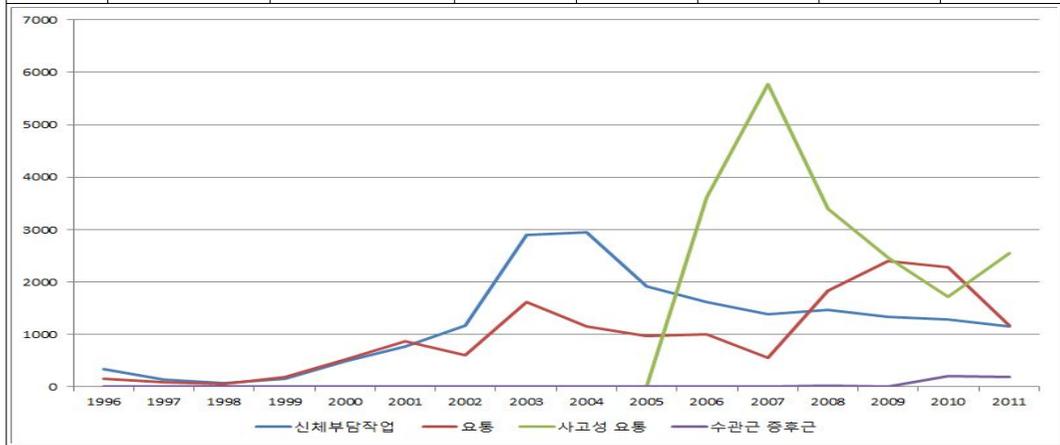
국내 연도별 산재 발생건수 및 근골격계 질환 발생 현황을 Table 2-4와 같이 살펴보면 2004년을 기점으로 신체 부담 작업과 요통의 근골격계 질환 발생 건수가 낮아짐을 알 수 있다. 또한 전체산업재해건수 대비 작업관련성 질환 발생비율도 2004년에 잠시 낮아졌다가 2006년을 기점으로 급격히 낮은 비율을 보임을 알 수 있다.

---

9) California Department of Industrial Relations Cal/OSHA, Easy Ergonomics, 1999

Table 2-4. 국내 연도별 산재 발생건수 및 근골격계 질환 발생 현황('96~'11)

년도	전체산업 재해건수	작업관련성 질환방생건수	근골격계 질환 발생 건수				
			신체부담 작업	요통	사고성 요통	수관근 증후군	소계
1996	71,548	1,529	345	161	-	-	506
1997	66,770	1,424	133	88	-	-	221
1998	51,514	1,838	72	51	-	-	123
1999	55,405	2,732	161	183	-	-	344
2000	68,976	4,051	487	522	-	-	1,009
2001	81,434	5,653	768	866	-	-	1,634
2002	81,911	5,417	1,167	600	-	-	1,827
2003	94,924	9,130	2,906	1,626	-	-	4,532
2004	88,874	9,183	2,953	1,159	-	-	4,112
2005	85,411	7,495	1,926	975	-	-	2,901
2006	89,910	10,235	1,615	1,006	3,612	-	6,233
2007	90,147	11,472	1,390	564	5,769	-	7,723
2008	95,806	9,734	1,471	1,831	3,401	30	6,733
2009	97,821	8,721	1,343	2,407	2,472	12	6,234
2010	98,645	7,803	1,292	2,288	1,720	202	5,502
2011	93,292	7,247	1,161	1,168	2,556	192	5,077



한국산업안전보건공단 산업안전보건공단 통계분석실

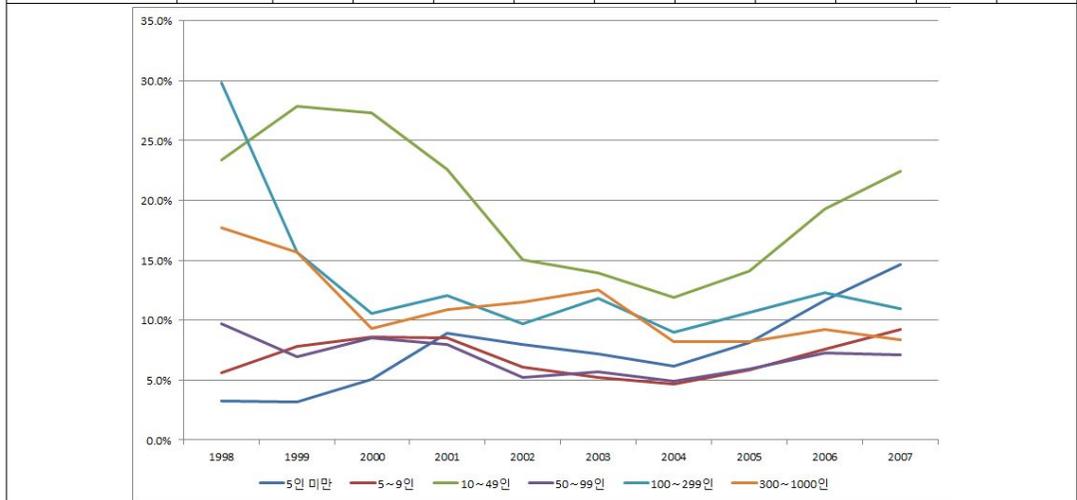
신체부담 작업 및 작업관련성 요통으로 인한 근골격계 질환자의 사업장 규모별 발생현황은 Table 2-5에 나타내었다. 1998년~2007년, 16년간 전체 발생 현황은 1,000인 이상 규모의 사업장에서 8,673명(41.2%)이 발생하였고, 50인 미만 사업장에서 6,637명(31.5%) 발생하였다. 300인 이상 규모의 사업장에서 차지하는 점유율은 2004년을 기점으로 감소하는 추이를 보이고 있으나, 이와 반대로 50인 미만 사업장

에서 차지하는 점유율은 점차 증가하는 추세를 보이고 있다.

이러한 추이는 2001년까지 두 분류군에서 유사한 점유율을 나타내다가 산업안전보건법에 제24조(2002.12.30개정)에 “단순 반복 작업 또는 인체에 과도한 부담을 주는 작업에 의한 건강장해” 항목을 사업주 의무사항으로 추가한 2004년 시점에서 근골격계 질환점유율은 큰 폭으로 벌어지는 경향을 보였다. 그리고 2006년부터는 점유율이 역전되는 경향을 나타내고 있다.

Table 2-5. 사업장 규모별 근골격계 질환자 현황 (단위 : 명)

규모	계	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
5인 미만	1,766	4	11	51	146	146	327	253	236	306	286
5~9인	1,360	7	27	87	140	111	238	192	169	199	180
10~49인	3,521	29	96	276	369	275	634	490	409	505	438
50~99인	1,312	12	24	86	131	96	259	201	173	191	139
100~299인	2,323	37	54	107	197	177	536	369	309	323	214
300~1000인	2,113	22	54	94	178	211	569	339	239	243	164
1,000이상	8,673	13	78	308	473	811	1969	2268	1366	854	533
계	21,058	124	344	1009	1634	1827	4532	4112	2901	2621	1954



한국산업안전보건공단 산업안전보건공단 통계분석실

업종별 근골격계 질환자 발생현황은 Fig. 2-2와 같다. 전체 21,058명 중에서 15,747명(74.8%)이 제조업에서 발생하였으며, 다음으로 기타사업에서 3,603명(17.1%) 발생하였다. 제조업을 제외한 비제조업에서의 근골격계 질환자는 5,311명(25.2%)이 발생하였으며, 이 중 3,603명은 기타의 사업에서 발생하여, 비 제조업종 근골격계 질환자의 67.8%를 점유하고 있다.

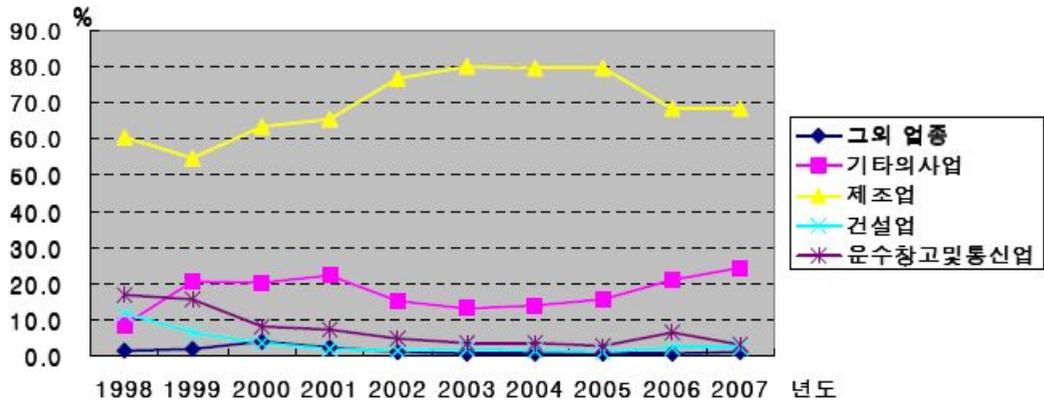


Fig. 2-2. 업종별 근골격계 질환자 발생현황

한국 산업안전보건공단 산업재해원인조사 보고서의 2003년~2005년 근골격계 질환자 8,011명에 대한 질병원인에 따른 근골격계 질환자 분포는 Fig. 2-3과 같이 반복적인 동작, 부자연스런 자세, 과도한 힘에 의한 근골격계 질환자가 7,688명으로서 95.9%를 차지하였다.

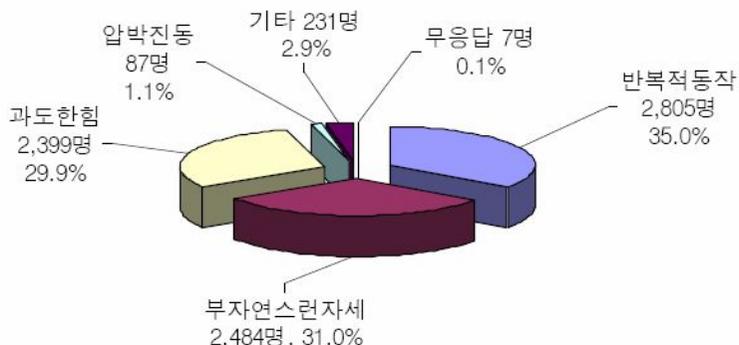


Fig. 2-3. 질병원인별 근골격계 질환자 발생 분포

Fig. 2-4는 유발행위별 근골격계 질환자의 분포를 나타내며 조립, 해체(분해, 가공)에서 8,011명 중 3,810명(47.6%)이 발생하여 가장 많이 발생하였다. 요부 질환자와 요부를 제외한 질환자로 구분을 하면 요부질환자의 1,304명 중 가장 많이 발생한 유발행위는 들기/놓기 작업으로 493명(37.8%)이 발생하였으며, 요부질환을 제외한 질환에서는 6,707명 중 조립, 해체(분해, 가공)작업에서 3,489명(52.0%)으로 가장 많이 발생한 것으로 나타났다.

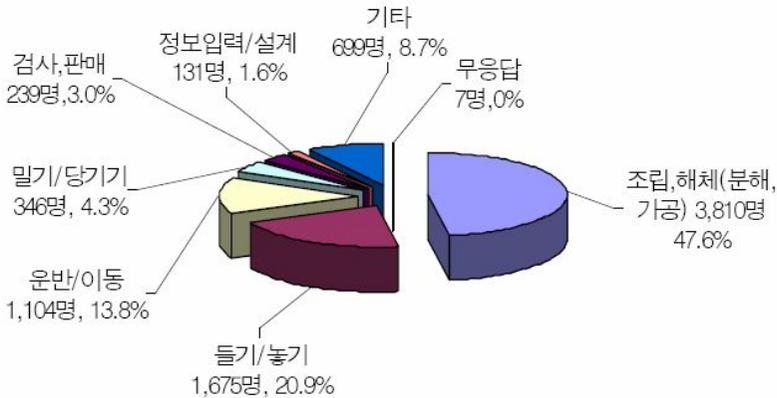


Fig. 2-4. 유발행위별 근골격계 질환자 발생 분포

## 2. 국외의 근골격계 질환 발생 현황

한국과 미국의 작업관련 근골격계 질환자의 발생 현황을 비교해 보면 Table 2-6에 나타낸 바와 같이 미국에 비해 전체 재해자에 대한 근골격계 질환자의 발생 비율은 낮지만 한국은 매년 증가 추세에 있음을 보여 준다.

미국의 경우는 2003년에 전체 산업재해 중 근골격계 질환의 비율이 33%를 차지하고 있다. 근골격계 질환자의 신체 부위별 질환을 보면 허리와 관련된 질환이 70.1%로 가장 많이 발생한 것으로 나타났다.<sup>10)</sup>

미국의 OSHA 200 Logs에 의해 집계된 직업병 통계를 보면 1981년에 근골격계 질환자의 발생건수가 23,000건 이었으나 1995년에는 약 13.4배 증가한 308,200건으로 전체 직업병 건수에서 62.3%를 차지할 정도로 급속히 증가하여 산업보건에서 중요한 문제로 대두되고 있다. 2000년에는 근골격계 질환자수가 577,200명으로 매년 20% 내외의 증가추세를 보이다가 2001부터 감소하기 시작하여 2004년에는

10) Bureau of Labor Statistics and U.S. Department of Labor, 미국 노동부 노동통계국

402,700명으로 매년 감소하는 경향을 보이고 있으나, 전체 직업병 문제에서 가장 중요한 문제로 대두되고 있다.

Table 2-6. 한국과 미국 작업관련 근골격계 질환자 발생 상황 비교

년도/구분	한 국(명)			미 국(명)		
	전체재해자	MSD	비율(%)	전체재해자	MSD	비율(%)
1996	71,548	506	0.7	1,880,500	647,400	34.4
1997	66,770	221	0.3	1,833,400	626,400	34.2
1998	51,514	123	0.2	1,730,500	592,500	34.2
1999	55,405	344	0.6	1,702,500	582,300	34.2
2000	68,976	1,009	1.5	1,664,018	577,814	34.7
2001	81,434	1,634	2.0	1,537,567	522,528	34.0
2002	81,911	1,827	2.2	1,436,194	487,915	34.0
2003	94,924	4,532	4.8	1,315,920	435,180	33.1
2004	88,874	4,112	4.6	1,259,320	402,700	32.0
2005	85,411	2,901	3.4	1,234,680	375,540	30.4
2006	89,911	6,233	6.9	1,183,500	357,160	30.2
2007	90,147	7,723	8.6	1,158,870	355,390	28.9

Table 2-7과 같이 근골격계 질환자가 발생하는 업종을 보면 약 60% 이상이 제조업 근로자에게 발생하고 있고, 근로손실일은 연간 626,000일, 산재보상비용은 150-200억불이 지출되고 있다. 이는 전체 산업재해 보상금의 약 30%를 차지하고 있고, 전체 손실비용은 450-540억불 정도가 발생되고 있다.<sup>11)</sup>

Table 2-7. 미국의 근골격계 질환자수 및 배상액(KOSHA 2006)

년도	전체재해자	MSD	비율 (%)	전체배상액 (억불)	근골격계 질환관련배상액 (억불)	비율 (%)
1999	1,702,470	582,340	34.2	401	130	32.4
2000	1,664,018	577,814	34.7	425	147	34.6
2001	1,537,567	522,528	34.0	461	-	-
2002	1,436,194	487,915	34.0	496	160	32.3
2003	1,315,920	435,180	33.1	508	164	32.3

11) 신현주, 들기 작업 시 회복시간 결정을 위한 근피로도의 정량적 분석, 2008

미국의 산업안전보건청(NIOSH: National Institute for Occupational Safety and Health)의 자료를 보면 근골격계 질환의 약 50% 정도가 허리관련 질환으로 발생하고 있고, 요통은 전체 산업재해 중 두 번째로 많이 발생하는 질병으로 발표하고 있다. National Safety Council<sup>12)</sup>에 의하면, 산업재해 중 과도한 작업부하로 발생하는 근골격계 질환이 전체 재해의 31%에 해당되고, 특히 신체의 허리부분에서 가장 빈번한 재해가 발생하는 것으로 발표하고 있다.

유럽의 EU국가들 중에서 비교적 재해율이 낮은 영국의 경우는 전체 산업재해의 약 34%가 인력 운반등 무리한 동작에 의해 발생되고 있으며, 이러한 재해가 발생한 신체부위는 요통재해가 약 45%에 해당되고 있다. 또한 프랑스, 독일 등도 전체 산업재해의 약 30~40% 정도가 요통 재해로 발생하고 있다.

산업재해 통계는 각국마다 통계 산출방법, 적용범위, 산업의 분포도, 업무상 재해 인정범위 등이 다르기 때문에 재해율과 사망률을 단순 비교하기는 곤란하지만 단순 비교해 보기 위해 선진국의 근골격계 질환자현황을 Table 2-8에서 살펴보면 일본, 독일, 미국, 영국에 비해 한국이 총 재해율(0.71%)에 대한 근골격계 질환자점유율이 69.2%로써 다른 선진국에 비하여 5배 정도 높은 것으로 나타났다.

Table 2-8. 주요국의 근골격계 질환자 현황

구 분	한 국		일 본	독 일	미 국	영 국
	2007	2008	2007	2007	2007	2007
근로자수(천명)	12,528	13,490	56,230	35,792	114,833	264,208
총재해자수(명) 재해율(%)	90,147 0.72	95,806 0.71	131,478 0.24	973,097 2.72	4,002,700 3.49	2,100,000 0.79
근골격계 질환자(명) 점유율(%)	7,723 67.3	6,733 69.2	1,061 12.7	8,890 14.5	335,390 28.9	539,000 25.7

12) National Safety Council, 미국 국가안전회의

### 제3절 전자업종의 작업특성

전자업종 생산직 노동자들의 작업은 단순 반복 작업이다. 전자업종 노동자의 40% 이상이 1분미만의 사이클로 돌아가는 반복 작업을 수행하고 있다. 이러한 반복 작업의 지속은 목, 어깨, 팔 부위 근골격계 증상과 질환을 초래한다.

노동환경연구소가 2009년 서울 구로공단 노동자 3000여명을 설문조사한 결과에 따르면 구로지역 전자업종 노동자의 63%가 신체 부위 중 어느 한곳이라도 근골격계 증상을 호소하거나 경험한 적이 있는 것으로 나타났다. 구로공단의 대부분을 차지하고 있는 전자산업의 경우 생산 작업속도가 다른 산업의 생산 공정에 비해 짧아 짧은 반복 작업으로 인한 근골격계 질환 발생 위험이 높기 때문인 것으로 파악된다.

또한 노동환경연구소의 결과에서 근골격계 증상 호소가 가장 많은 부위는 '어깨'로 무려 절반이 넘는 51%를 차지했다. 이어 목 40.82%, 허리 34.69%, 무릎 30.61%, 손목 26.53% 등의 순이었다. 정적인 자세에서의 사무 작업이 특징인 구로지역 IT 사무직 노동자의 경우는 신체 목/어깨 등 상지 부위를 호소하고 있었다. 설문결과 구로지역 IT 사무직 노동자의 1/3 이상이 목, 어깨, 허리 부위에서 증상을 호소하는 경우가 많았다. 전체 노동자의 61.11%가 한곳이라도 증상을 호소하고 있었으며 가장 많이 호소하고 있는 부위는 '허리'로 44.44%였다. 이어 어깨 38.89%가 두 번째를 차지했고 키보드 및 마우스의 반복적인 사용으로 손목에 증상을 호소하는 경우는 33.33% 팔꿈치무릎 11.11% 등의 순이었다. 즉, 구로지역 전자업종 생산직 노동자들의 작업은 단순 반복 작업이며 반복 작업의 지속은 목, 어깨, 팔 부위 근골격계 증상 및 질환 발생의 주요 위험요인이 되기 때문인 것으로 파악 된다.

결과적으로 목과 어깨 부위의 증상 호소율이 가장 높았으며, 손목과 손가락 부위, 팔꿈치 부위 순이었다. 목과 어깨 부위와 손목과 손가락 부위에서 부적절한 작업 자세와 힘 요인의 연관성이 관찰되었으며 VDT(Visual Display Terminal) 작업자에서 목과 어깨의 증상 호소율이 61.2%에 달하였고, 출판업에 종사하는 VDT 작업군의 부위별 증상 호소율은 목(39.2%), 등과 허리(36.2%), 어깨(30.8%), 손과 손목(25.4%), 팔(9.2%) 순으로 나타났으며 전화 교환원에서 자각 증상 호소율만 보면 목 부위는 85.2%, 어깨 부위는 81.7%, 팔꿈치 부위는 34.8%, 손목부위는 73.0%의 자각증상 호소율을 나타내었다. 따라서 직업 활동이라는 요소 자체가 근골격계 증

상이나 장애의 발생 또는 유병에 큰 영향을 미치지 않고 상대적으로 인간공학적 위험요인이 중요한 작용을 하는 것으로 추정할 수 있다.

이렇게 근골격계 질환을 호소하고 있는 생산직과 사무직 노동자들에게서 공통적으로 관찰되는 원인은 장시간 노동이다. 장시간 노동은 그 자체로 피로를 증가시키고 휴식 시간을 감소시켜 피로를 악순환 시킬뿐더러 작업 중 여러 위험요인에 대한 노출시간을 연장시켜 건강악화를 증가시킨다. 구로지역 전자업종 노동자의 65%가 한 달 평균 10일 이상 하루 10시간 이상 장시간 근무를 하고 있었고 20일 이상 장시간 근무한다고 답변한 경우도 36%이었다.

IT 사무직 노동자 또한 하루 10시간 이상 근무하는 경우가 10일 이상인 경우는 전체의 58%로 다른 일반 사무직 노동자 및 구로지역 전체 노동자에 비해 월등히 높았다. 전자업종 노동자의 대부분이 매주 근무시간과 근무일수가 불규칙하며 심지어 근무시간의 변경이 발생하는 경우 그 통보가 당일 또는 하루 전에 이루어진다는 점이 주된 원인 이었다.

고도로 분업화된 현대 산업 환경에서 장기간에 걸친, 지속적인 반복동작에 의해 근육, 관절, 혈관 그리고 신경 등에 미세한 손상이 발생되고, 이것이 누적되어 각종 컴퓨터 작업이나, 단순조립작업등 연속적인 반복동작을 필요로 하는 작업에 종사하는 근로자들에게서 나타나는 직업성 질환으로 누적외상성질환(Cumulative Trauma Disorder, CTD)이 있다. 주로 목, 어깨, 팔 등 상지에 나타나며 초기에는 가벼운 통증, 저림, 얼얼함 등의 증상으로 시작되나 계속 진행되면 운동마비, 근육수축 등으로까지 발전하는 것으로 우리나라에서는 경견완증후군 으로 알려져 있다<sup>13)</sup>.

이런 질환이 우리나라에서 직업병으로 인정되기 시작한 것은 1993년 처음으로 산재보상보험법 시행규칙(제 16조 제 1항 제2조 업무상재해인정기준)에서 "경견완증후군"이란 업무상 질병으로 인정될 정도로 비교적 최근의 일이나 그 발생 증가는 어느 직업병보다도 높아 노조, 사업주, 정부, 학계, 산업보건 관련기관 등에서 매우 높은 관심보이고 있으며 작업자의 고통과 더불어 작업수행에 지장을 초래하여 기업체에도 큰 피해를 주고 있는 실정이다.

1999년부터 자동차 제조업, 조선업 등 제조업종을 중심으로 작업공정의 자동화에 따른 단순 반복 작업의 증가, 부적절한 작업 자세 등 작업형태 그리고 IMF 이후의

---

13) 권영국와 원종호, 정시간 일정한 자세로 상지(上肢)를 반복하여 과도하게 사용하는 노동으로 발생하는 직업성 건강장해, 1999

지속적인 고용조정에 따른 작업강도의 강화 등이 직업성 근골격계 질환을 급격히 증가시켰으며, 고용의 불안정성 역시 근골격계 질환을 증가시키는데 관련이 있는 것으로 나타났다<sup>14)</sup>. 실제로 한국의 근골격계 질환 관련 직업병 환자는 지난 2000년 1,009명, 2001년 1,598명, 2002년 1,827명 등으로 급증 추세를 보이고 있으며, 산재 환자 수가 매년 증가하여 연간 손실비용이 약 10조원에 달하는 것으로 추정된다.

이러한 손실비용을 증가시키고 있는 직업 관련성 근골격계 질환 발생과 관련한 역학적 연구 결과에 의하면, 인간공학적인 요소로 반복적인 동작, 과도한 힘의 사용, 부적절한 자세, 진동이나 냉·온 등의 환경적 변화 등이 관련된다고 알려져 있으며 작업과정과 작업도구, 작업자의 신체적, 심리적 조건과 작업 조직적 측면, 사회적요인 및 비직업적인 요인들이 함께 결합하여 발생하기도 하고, 직무 만족도, 노동 강도 강화, 단조로운 작업, 직무 재량, 사회적지지 등 5가지의 사회 심리적 요인이 잠재적으로 작업관련성 근골격계 질환과 관련이 있다고 조사 되었다.

노동조직 또한 노동조건을 변화시키고 작업의 상황과 근골격계의 병리적인 효과에 영향을 미치며 직무스트레스 및 근골격계 질환과 관련이 있다. 단순한 작업과 주관적으로 높은 노동 강도, 시간압박 등의 노동과정과 관련된 특성들이 근골격계 증상과 연관성이 있으며 정신적인 노동 강도의 증가와 직무요구도의 증가가 근육에 긴장을 유발함으로써 근육의 피로를 유발할 수 있다<sup>15)</sup>.

따라서, 근골격계 질환으로 인한 산재환자가 급증하면서 근골격계 질환의 예방 관리에 대한 사회적 관심이 고조되고 있으며, 급격히 증가되는 근골격계 질환을 감소시키고자 노동부에서는 2003년 산업안전보건법을 개정하여 근골격계 질환과 관련된 규정을 신설하고, 산업안전보건기준에 관한 규칙을 개정하여 건강장애의 예방을 위한 근골격계 부담 작업의 범위를 총 11개 부담 작업으로 규정하고 근골격계 부담 작업에 대한 유해요인 조사와 근골격계 질환 예방을 위한 관리프로그램을 사업장 차원에서 실시하도록 법적으로 제도화 하였다<sup>16)</sup>. 정부가 근골격계 질환 발생을 예방하고자 시행하려는 '산업보건 기준에 관한 규칙'의 예방조치 주요 내용은 작업장에서 주로 인간공학적 위험요인을 조사하여 이를 개선하는데 집중되어 있다. 이를 위하여 각 사업장에서는 2003년 산업안전보건법 개정 이후 2004년 6월까지

---

14) 김인아, 작업관련성 근골격계 질환과 사회심리적요인, 2010

15) J. Edmond charlton, "Muscle and Myofascial Pain", 2005

16) 산업안전보건법, 제 293조[작업관리 등]

근골격계 부담 작업에 대한 유해요인 조사와 근골격계 증상조사를 실시하게 함으로써 사업장마다 근골격계 질환 예방대책에 만전을 다하도록 하였으며 새로운 근골격계 질환의 발생을 최소화 시키고자 노력하였다. 하지만 최근 일부 대기업을 중심으로 근골격계 질환에 대한 산재 신청이 증가하면서 단순반복 작업에 의해 발생하는 근골격계 질환의 재발 및 직장 복귀에 대한 관심이 고조되고 있는 실정이다.

현재 국내에서 근골격계 질환이 가장 많이 발생하고 있는 직종은 대부분 제조업으로 자동차업종, 조선업종 그리고 전자업종순으로 발생하고 있다. 이는 단순 반복 작업과 부자연스러운 자세, 그리고 과도한 힘을 사용하여 작업하는 작업이 많고 대부분 근속연수가 20~30년 정도 되기 때문에 특히 이런 직종에서 많이 발생한 것으로 보인다. 또한 이 업종의 노동조합이 타 업종의 노동조합보다 강성이고 근골격계 질환에 관심이 많아 타 업종보다 높은 근골격계 질환이 발생한 것으로 유추할 수 있다. 이런 노동조합의 관심으로 인해 작업자들 또한 근골격계 질환에 관심을 기울이게 되고 이러한 관심은 더욱 많은 근골격계 질환을 인식하게 되었으며 이러한 관심 정도가 근골격계 질환 사전 예방의 선순환에 영향을 미치는 것으로 파악된다. 특히 단순 반복 작업과 부자연스러운 자세 그리고 작업 속도 조절 등을 할 수 없고 여성작업자가 많은 전자조립업종과 같은 경우는 여성 작업자를 위한 근골격계 방지 선행 연구가 아직 미비하다 할 수 있다.

국내에서 일하는 여성 비율은 날로 증가하여 취업자중 여성의 비율은 1970년 36.5%에서 98년 이후 경제위기를 지난 시기인 1999년에는 40.9%로 증가하였다. 일하는 여성이 종사하는 영역도 다양해져 각 직종에서 여성의 비율이 증가하고 있고 이중 사무직, 생산직, 판매직, 서비스직은 특히 여성이 집중적으로 종사하는 직종이 되어가고 있다. 그리고 여성작업자들이 종사하는 전자제품 제조업에서 가장 많이 발생하였고 증가하는 직업병중 하나는 근골격계 질환인 것으로 나타났다. 이중 전자조립업종의 생산직은 거의 대부분이 여성이 차지하고 있어 이에 대한 연구가 시급하다 할 수 있다. 즉, 여성 작업자가 많은 전자제품 제조업에서 매년 근골격계 질환자가 크게 증가하고 있기 때문에 사전예방 대책에 대한 연구와 그들을 위한 적절한 유해도 평가기준이 절실하다.

## 제4절 작업특성과 근골격계 질환의 인과관계

최근들어 생산성 향상을 위해 작업 방법 및 생산구조의 변화를 가져오면서 열악한 작업환경 속에서 작업이 단순 반복화 되고, 근로자들이 사용하는 작업 공구 또한 다양해짐으로 인하여 근로자들의 부담을 가중시키고 있는 실정이다. 이와 같은 노동변화를 거치면서 작업자들에게 나타나는 건강장해도 커다란 변화를 가져오게 되었다.

과거에는 각종 화학물질에 의한 여러 가지 중독현상이 직업병의 상위를 차지해 오다가 최근에는 잘못된 작업부하가 작업자에게 누적되어 발생하는 요통과 누적외상성 장애와 같은 작업관련 근골격계 질환이 직업병의 상위를 차지하고 있다. 또한 작업관련 근골격계 질환은 최근 사업장의 집단적인 발병, 산업재해자수의 급증, 산재비용의 증가, 기업의 생산력 손실 등으로 인하여 정부, 노동조합, 사업주 등 공통된 문제로 심각하게 대두되고 있다. 특히 자동차, 선박 등의 제조업에서 심각한 근골격계 질환을 야기하고 있으며, 또한 노사 간의 갈등을 야기하는 요인으로 작용하여 사회적으로 큰 파장을 일으키고 있다.

실제 우리나라의 업무상 질병자 중 근골격계 질환으로 최초로 인정된 사례는 모방송국에서 근무하는 타자수로 행정소송을 거쳐 직업병 인정과 손해배상 청구를 받은 경우이며, 그 후 1989년 통신개발연구원의 문서입력 작업자와 1991년 신문사 전산제작부의 자료입력과 조판작업을 해온 작업자들의 근골격계 질환문제는 1996년까지 모두 345명의 근로자가 정부로부터 공식적인 직업병 인정을 받아, 노동부가 VDT관련 작업자에 대한 작업관리지침을 마련하는 계기가 되었다. 1995년~1996년 통신서비스업 교환원의 경견완증후군이 산업재해로 인정된 이후 점차적으로 각종 제조업종의 반복 작업과 부적절한 자세 등으로 인한 작업관련성 근골격계 질환 등이 확대 증가되고 있다. 반복 작업에 의한 근골격계 질환은 단지 사무직 종사자들의 컴퓨터 사용뿐만 아니라 반복 수작업을 수행하는 생산직 종사자들에게도 널리 퍼져 가는 추세이다.

또한 근골격계 질환은 남성에게 부각되었던 전통적인 산업재해인 상해나 부상과 달리 여성의 건강장해로 지적되어 왔으며, 여러 조사 결과를 통해 남성보다 질환 발생율이 높게 나타난 경우가 많은 것으로 나타났다. 근골격계 질환에 대한 종합연구<sup>17)</sup>에 따르면 일반인을 대상으로 한 연구에서 근골격계 질환은 남성보다 여성

---

17) barry levy, david h wegman, "recognising and preventing work related disease and injury", 2000.

에게 2배 이상 높게 나타난 것으로 외국에서 보고된바 있다. 다시 말해 여성이라는 이유가 근골격계 질환의 위험요인이 되고 있다는 것을 의미한다.

위 연구내용을 살펴보면 여성의 약1/3에서 상체의 근골격계 질환의 위험이 남성보다 2배 또는 그 이상인 것으로 나타났다. 또한 종사하고 있는 직종이 남성과 여성이 분리되어 있는 곳이 대부분이기 때문에 성별 간 근골격계 질환에 영향을 미치는 신체부위도 상이한 경우가 많은 것으로 나타났다. 그러나 같은 작업장에서 같은 환경조건 하에 같은 강도의 작업을 했을 때, 여성과 남성이 상이한 근골격계 질환 발생율을 보이는 지에 관한 원인을 도출 하기란 결코 쉬운 일이 아니다.

또한 산업안전보건에 있어서 선진국인 미국의 사례를 보면 근골격계 질환으로 인해 지출되는 경제적 비용은 천문학적인 숫자로 커다란 사회문제가 되고 있는데 작업 손실일이 연간 626,000일, 그리고 150~200억불의 산재보상비용이 지출되고 있으며, 이는 전체 보상금의 1/3을 차지하고 있고 연간 전체 손실비용은 450~540억불 정도인 것으로 알려져 있다(OSHA,1999).

우리나라 또한 근골격계 질환으로 인한 산재비용이 점차적으로 증가하고 있는데, 2002년 노동부에 따르면 근골격계 질환으로 인한 1인당 직접비용은 29,732,408원이며<sup>18)</sup>, 일반적으로 국내에서 가장 많이 이용하고 있는 하인리히의 재해손실비용 모델(재해손실비용=직접비+간접비(직접비:간접비=1:4))을 적용하였을 경우 근골격계 질환으로 인한 1인당 경제적 손실비용을 계산하면 1,489,662,040원이다. 즉 우리나라에서 2002년 한해 근골격계 질환으로 발생하는 총 비용은 약 270억 원 정도가 지출되었다. 이는 빙산에 일각에 불과한 것으로 현재 근골격계 질환은 기하급수적으로 늘어나고 있기 때문에 근골격계 질환으로 인한 비용 또한 기하급수적으로 증가할 것이며 2014년에는 근골격계 질환으로 인한 총 비용이 4조 700억 정도 될 것이라 추정할 수 있다.

근골격계 질환을 유발하는 작업들의 특징을 살펴보면 작업의 반복, 부자연스런 자세, 중량물 취급 등 과도한 힘의 사용, 진동, 접촉 스트레스, 정적자세 등에 의해 반복적인 작업을 장시간 수행하면서 발생되고 있다. 따라서, 작업형태와 근골격계 질환 발생의 인과관계를 살펴볼 필요가 있다.

먼저, 반복 작업이라 함은 같은 동작을 계속적으로 반복하여 일어나는 것으로 그 유해도는 반복 횟수, 동작의 빠르기, 관련되는 근육군의 수, 사용되는 힘 등에 따라

---

18) 최용휴, 직업성 근골격계질환의 발생요인 및 발생분포에 관한 연구(한국산업안전공단), 2002

근골격계 질환을 유발하는 중요한 요인으로 알려져 있다. 기계나 설비의 자동화 없이 규정된 근무시간 보다 많은 시간동안 빠르게 작업을 하는 경우 근육의 사용부위에 따라 손이나 손목에 수관근 증후군, 드퀘벡 건초염의 질환이 발생할 수 있으며 목이나 허리, 어깨 등에 만성적 근골격계 질환이 발생할 수 있다.

부자연스런 또는 취하기 어려운 자세는 각 신체 부위가 취할 수 있는 중립자세를 벗어나는 자세를 말하고 있다. 예를 들면 손목을 뒤로 젖히거나 구부리기, 팔을 들거나 뺨기, 손목을 오른쪽이나 왼쪽으로 돌리기, 팔꿈치 들기, 목을 젖히거나 숙이기, 허리 돌리기·구부리기·비틀기, 무릎 꿇기·쪼그려 앉기 등의 작업자세가 있다. 이러한 작업자세의 발생요인은 기계, 설비의 배치 공간 부족과 인체의 특성이나 공정의 흐름을 무시한 기계, 설비의 배치 등이 있으며, 공정의 높낮이가 부적절한 경우가 그렇다. 이러한 작업 자세는 인체의 부자연스런 작업 자세 즉, 허리를 과도하게 구부리거나 비트는 작업, 고정된 자세에서 목을 숙이거나 젖히는 작업이 발생하여 요부에 염좌 또는 추간판 탈출증, 목 부위에 경추부 퇴행성 질환 등이 발생할 위험이 있다. 작업수행 관련 동작범위를 개선하기 위한 방법으로는 작업공간의 설계원칙에서 작업수행관련 기능적 요구조건, 가시도, 청취력, 여유공간, 조작거리, 작업 대상자, 사회·심리요인, 작업환경, 전체시스템, 수리보수, 다양한 작업 자세, 위험도, 작업물 위치고정 등을 고려하여 디자인해야 한다.

과도한 힘에 의한 작업은 물체 등을 취급할 때 들어 올리거나 내리기, 대차를 밀거나 당기기, 돌리기, 휘두르기, 지탱하기, 운반하기, 던지기 등과 같은 행위·동작으로 인해 근육의 힘을 많이 사용해야 하는 경우를 말한다. 특히 중량물을 취급하며 허리를 과도하게 굽히거나 비트는 작업을 반복할 경우 요부 및 요추부의 요통, 하지 저림, 하지 근력약화 혹은 강직, 추간판 탈출증의 질환으로 발병할 수 있다.

진동작업은 신체의 특정부위가 동력기구 또는 장비와 같은 진동하는 물체와 접촉함으로써 영향을 받게 되는 것으로, 버스, 트럭 등 장시간 운전으로 인한 전신진동 및 착암기, 연삭기, 임팩트 등 진동물체에 접하는 손, 팔 부위에서 받는 국소진동으로 구별할 수 있다. 특히 조립공정의 임팩트 작업과 같이 반복적인 작업의 경우 손이나 손목부위에 자극을 주어 수관근 증후군 등 근골격계 질환을 야기하는 결과를 초래할 수 있다.

접촉 스트레스 작업은 작업대 모서리, 키보드, 작업공구, 가위사용 등으로 인해 손목, 손바닥, 팔 등이 지속적으로 눌리거나 손바닥 또는 무릎 등을 사용하여 반복적으로 물체에 압력을 가하거나 두드림으로써 해당신체부위가 충격을 받게 되는

작업이다. 설비나 공정의 잘못된 설계, 협소한 공간에서 작업, 부품 설계의 결함 등에 의해 작업 중 신체의 일부가 접촉되거나 공구대신 손바닥을 이용하여 두드리는 경우 등이 있는데 이런 경우 손/손목, 무릎 등 접촉부위에 근골격계 질환이 나타날 수 있다.

정적자세는 근로자 신체의 특정부위 움직임이 없이 일정 시간이상 지속되는 작업 자세를 말하는 것으로 정적작업 부하는 정적부하 작업조건에서 힘의 부하가 크고, 수공구의 무게부하, 협소한 작업 공간, 진동 발생조건, 불편한 작업방법과 자세는 작업자의 신체 부담을 가중 시키며, 또한 근육을 수축시키며 장시간 작업으로 목과 어깨 근육 뭉침, 통증 등 작업관련 근골격계 질환을 초래할 수도 있다.

위와 같은 작업특성에 따라 작업관련 근골격계 질환은 매우 다양하고 심각한 증상으로 작업자의 건강을 위협하고 있다. 많은 비용이 소요되는 근골격계 질환의 발생을 예방하기 위해서는 작업자 중심의 인간공학적 작업환경 디자인과 작업수행 관련 힘의 과부하를 줄이기 위한 방법 등으로 개선되어야 함을 알 수 있다.

## 제5절 선행연구 고찰

우리나라에서는 1980년대 후반부터 작업관련 근골격계 질환이 사회적으로 큰 문제가 되면서 전화교환원을 대상으로 근골격계 질환에 대한 연구가 시작되었다(박정일 등, 1989), 이를 기점으로 근골격계 질환자의 업종별 실태에 대한 연구가 수행되었으며, 이와 관련하여서는 VDT 작업자(권호장 등, 1996; 박재열 등, 1997; 임상혁 등, 1997; 차봉식 등, 1996), 자동차 조립작업자(김재영 등, 1999; 윤철수, 이세훈, 1999), 미용사(박수경 등 2000, 이해영 등, 2008), 연주자(성낙경 등, 2000) 등의 업종별 종사자에 대한 근골격계 질환 실태에 대한 연구가 수행 되었다.

이 후 그동안 논란이 되어온 경견완 장애 또는 누적 외상성질환에 대한 용어를 전문가들의 의견을 종합하여, “단순 반복 작업에 종사하는 근로자에게서 발생하는 근골격계 질환”으로 통합하는 연구(송동빈, 2000)가 이루어 졌으며, 2003년 7월 국회에서는 근골격계 부담 작업에 대한 관련 법안이 통과 되고, 사업주는 근골격계부담작업에 대해서 유해요인조사, 작업환경개선, 의학적 조치, 유해성 주지 등의 조치 의무가 발생하게 되어 이와 관련하여 근골격계 질환의 발생원인에 대한 연구와 근골격계부담작업의 평가기법에 대한 연구가 활발하게 수행되고 있다.

먼저 근골격계 질환의 발생 유발인자나 원인에 대한 연구로는 근골격계 질환 발

생요인을 작업자 요인, 작업요인, 작업장 요인 그리고 환경요인 등으로 구별하여 그 결과 분석을 실시한 결과 근골격계 질환은 단순 반복 작업과, 인간공학적 디자인이 불량한 작업, 그리고 추위나 진동에 노출되어 휴식이 부족할 경우 발생한다. (한영미, 2002)는 연구가 있으며, 근골격계 부담 작업의 평가기법에 대한 연구로는 점검항목과 작업자 대상 증상설문지에 관한 연구(나종관, 박민용,2005)와 인간공학적 위험요인 평가표(한국산업안전보건공단, 2003), NOISH 점검항목(NOISH, 1997a), ANSI 간략 점검항목(ANSI, 1996) 그리고 RULA(1993)등이 있다. 이외에도 OWAS, REBA등의 평가기법을 이용하여 작업자세를 분석(강희성, 2007)한 연구와 자동차 부품제조업에서 인간공학적 평가도구를 이용하여 근골격계질환 노출 위험 수준을 객관적으로 평가(2009, 장영숙)한 연구가 수행되고 있다.

이와 같이 국내 근로자들 대상 근골격계 질환과 관련된 연구는 근골격계 질환과 연관성이 있는 요인들(Risk factors) 중 작업위험에 대한 연구가 대부분이었으며, 업종별로 일부 사무직과 제조업을 중심으로 근골격계 질환 자각증상과의 연관성 등을 찾는 내용들이 많았으나 다른 업종과의 차이점을 비교 분석한 연구는 부족한 실정이다.

결과적으로 근골격계 질환의 발생원인은 아직까지 모호한 부분이 많이 있고 복잡적이어서 업무와의 관련성을 평가하기에 비교적 어려움이 있으며, 작업방법, 작업자세 등 작업 요인과의 관련성을 파악하기 위하여 인간공학적 평가도구를 이용한 평가를 실시할 경우, 정량적인 측면에서 볼 때 객관적으로 평가할 수 없는 문제점을 내포하고 있다 할 수 있다.

특히 현재 사용되고 있는 대표적인 근골격계 질환 유해요인 평가기법인 RULA, OWAS, REBA, JSI, BLUE-X, LAM등은 평가자의 주관적인 요소가 평가결과에 반영될 수 있는 단점을 가지고 있다. 따라서 인간공학적 평가도구별로 평가항목에 상당한 차이가 있어 평가가 가능한 부분과 그렇지 못한 경우가 발생할 수 있으므로 평가도구 적용 시 유의하여야 한다. 그러나 사업장에는 매우 다양한 유해요인이 있고, 모든 유해요인을 완벽하게 평가하기 위해 아주 많은 평가도구를 사용하게 되면 예산 및 시간에 제한이 있기 때문에 효율적이지 못하게 된다. 이처럼 각 평가기법마다 측정부위와 평가 항목이 다르므로 분석하고자 하는 특정한 작업에는 우수한 평가결과를 제공할 수 있으나, 근골격계 전반에 대한 유해요인을 측정하고자 할 때는 단점으로 작용할 수 있음을 여러 전문가들이 지적하고 있다. 따라서 평가도구를 적용하는데 있어서 먼저 작업특성을 고려함으로써 사용하기 쉽고 전반적으로

유해도 측정이 가능한 유해요인 평가기법을 적용하는 것이 중요한 요소라고 판단된다.

## 제6절 근골격계 부담 작업에 대한 고찰

근골격계 질환의 발생원인은 작업의 기계화, 자동화, 경영합리화, 컴퓨터의 보급 등 노동환경의 변화와 작업 관련 유해 요인인 노동강도의 증가, 세분화된 단순반복 작업의 증가, 주체적인 노동에서 무의미한 단순작업의 반복, 잔업, 특근 그리고 체력회복을 위한 휴식시간의 부족 등이라 할 수 있다. 여기서 근골격계 질환을 발생시키는 유해요인들은 작업특성, 작업환경 그리고 작업자와 관련한 것으로 나눌 수 있다. 작업특성과 관련한 요소에는 반복성, 작업자세, 과도한 힘 그리고 노출시간 등으로 구분할 수 있고 작업환경과 관련한 요소로는 온도, 습도 그리고 소음 등으로 구분하며 작업자와 관련한 요소에는 성별, 연령 그리고 병력등 개인적 특성을 들 수 있다. 이러한 근골격계 질환 유발요인들을 정리하면 반복적인동작, 부적절한 작업자세, 무리한 힘의 사용, 날카로운 면과의 신체접촉 그리고 진동 및 온도 등의 요인에 의해 발생하는 건강장애등 크게 5가지 항목으로 구분지어 설명할 수 있다.

이러한 근골격계 질환 유발요인의 대표적 요인 5가지에 대하여 살펴보면 “반복성”이라 함은 같은 동작이 반복하여 일어나는 것으로 그 유해도는 반복횟수, 반복 동작의 빠르기, 관련되는 근육군의 수, 사용되는 힘에 달려있다.

“부자연스런 또는 취하기 어려운 자세”라 함은 각 신체 부위가 취할 수 있는 중립자세를 벗어나는 자세를 말하며, 예를 들면 손목을 뒤로 젖히거나 구부리기, 손가락에 힘을 주어 누르기, 손가락으로 집기, 팔을 들거나 뺨기, 손목을 오른쪽이나 왼쪽으로 돌리기, 손목을 굽히거나 뒤로 젖히기, 팔꿈치 들기, 팔 근육 비틀기, 목을 젖히거나 숙이기, 허리 돌리기·구부리기·비틀기, 무릎 꿇기·쪼그려 앉기, 한발로 서기 등의 작업자세 등이 있다.

“과도한 힘”이라 함은 물체 등을 취급할 때 들어 올리거나 내리기, 밀거나 당기기, 돌리기, 휘두르기, 지탱하기, 운반하기, 던지기 등과 같은 행위·동작으로 인해 근육의 힘을 많이 사용해야 하는 경우를 말한다.

“접촉스트레스”라 함은 작업대 모서리, 키보드, 작업공구, 가위사용 등으로 인해 손목, 손바닥, 팔 등이 지속적으로 눌리거나 손바닥 또는 무릎 등을 사용하여 반복적으로 물체에 압력을 가함으로써 해당신체부위가 충격을 받게 되는 것을 말한다.

“진동”이라 함은 신체의 특정부위가 동력기구 또는 장비와 같은 진동하는 물체와 접촉함으로써 영향을 받게 되는 것으로, 버스, 트럭 등 장시간 운전으로 인한 전신 진동 및 착암기, 연삭기, 임팩트 등 진동물체에 접하는 손, 팔 부위에서 받는 국소 진동으로 구별할 수 있다.

위의 5가지 항목과 작업자 신체 부위별 근골격계 질환과의 상관관계는 다음의 Table 2-9와 같다<sup>19)</sup>.

Table 2-9. 근골격계 질환과 유해인자의 연관성

신체부위	위험요소	강한 유의성(+++)	보통 유의성(++)	약한 유의성(+)
목 목/어깨	반복(Repetition)		√	
	힘(Force)		√	
	자세(Posture)	√		
	진동(vibration)			√
어깨	반복(Repetition)		√	
	힘(Force)			√
	자세(Posture)		√	
	진동(vibration)			√
팔꿈치	반복(Repetition)			√
	힘(Force)		√	
	자세(Posture)			√
	진동(vibration)	√		
손	반복(Repetition)		√	
	힘(Force)		√	
	자세(Posture)			√
	진동(vibration)		√	
	혼합(Combination)	√		
허리	들기/힘든동작	√		
	부적절한 자세		√	
	과도한 육체작업		√	
	전신진동	√		
	정적 작업 자세			√

Epidemiological evidence of causal relationship

19) Epidemiological evidence of causal relationship(NIOSH,1997)

NIOSH에서 조사한 근골격계 질환과 유해요인과의 상관관계를 따르면 Table 2-9에서처럼 목과 관련한 유해인자와의 연관성은 작업자의 자세와 강한 원인적 관계가 있음을 나타냈으며 반복적인 작업내용, 과도한 힘 그리고 진동과 관련하여 어느정도 관련이 있음을 알 수 있다. 어깨와 관련한 유해인자와의 연관성을 보면 반복적인 작업내용과 작업자의 자세가 어느 정도 연관성을 가지고 있음을 알 수 있다. 팔꿈치의 경우 진동과 관련하여 강한 원인적 관계가 있고 손 혹은 손목 등은 복합적인 이유로 근골격계 질환이 발병하거나 반복적인 작업내용과 과도한 힘 그리고 진동과 어느 정도 연관성이 있음을 알 수 있다. 허리의 경우에는 들기 힘든 동작 그리고 전신진동과 관련하여 강한 원인적 관계를 가지고 있다.

이러한 근골격계 질환과 관련하여 질환을 유발하는 유해요인들은 근로자들이 작업을 하는 동안 근로자들의 신체부위별로 지속적인 영향을 미치게 된다. 이때 작업자의 신체부위별 영향을 미칠 수 있는 작업을 부담 작업이라 하며 부담 작업은 그 특징별로 세분화 하여 나눌 수 있다. 이를 “근골격계 부담 작업”이라 하고 노동부 고시2003-24호에서 11가지 작업범위로 정의 하였다. 근골격계 질환을 유발하는 근골격계 부담 작업의 11가지 범위는 다음과 같다<sup>20)</sup>.

첫 번째 범위는 하루에 총 4시간 이상 집중적으로 자료입력 등을 위해 키보드 또는 마우스를 조작하는 작업을 말하며 하루란 잔업근무시간을 포함한 1일 총 근무시간을 의미하고 4시간 이상은 근골격계 부담 작업에 실제 노출된 전체 누적시간을 의미한다. 그리고 집중적 자료입력이란 키보드 또는 마우스로 하는 동작이 지속적으로 이루어지는 것을 의미하며 키보드 또는 마우스를 조작하는 작업이므로 판매대에서 스캐너를 주로 활용하는 작업은 적용대상이 아니다.

두 번째 범위는 하루에 총 2시간 이상 목, 어깨, 팔꿈치, 또는 손목 또는 손을 사용하여 같은 동작을 반복하는 작업을 말한다. 총2시간 이상은 근골격계 부담 작업에 실제 노출된 전체누적시간을 의미하고 같은 동작은 동작이 동일할 필요는 없으나 해당 동작들이 같은 근육군을 사용하여 이루어지는 것을 의미한다.

세 번째 범위는 하루에 총 2시간 이상 머리 위에 손이 있거나, 팔꿈치가 어깨위에 있거나, 팔꿈치를 몸통으로부터 들거나, 팔꿈치를 몸통 뒤쪽에 위치하도록 하는

---

20) “근골격계 부담 작업”이라 함은 각 호의 1에 해당하는 작업을 말한다.  
(다만, 단기기간 작업 또는 간헐적인 작업은 제외한다.)

상태에서 이루어지는 작업을 말한다. 팔꿈치를 몸통으로부터 드는 경우란 팔꿈치가 몸통에서부터 어깨높이의 범위에 위치한 상태에서 상지에 부담을 주게 되는 작업을 말하고 손이나 팔꿈치의 위치가 변경되는 경우에는 주로 사용되는 신체부위가 동일한지에 따라 판단한다.

네 번째 범위는 지지되지 않은 상태이거나 임의로 자세를 바꿀 수 없는 조건에서, 하루에 총 2시간 이상 목이나 허리를 구부리거나 트는 상태에서 이루어지는 작업을 말한다. 지지되지 않은 상태이거나 임의로 자세를 바꿀 수 없는 조건이란 근로자 자신의 선택에 의한 것이 아니라 근로자의 작업 위치가 본인에게 부적절한 자세를 취하게 만드는 경우를 의미하며 목이나 허리의 굽힘은 특별한 사정이 없는 수직상태를 기준으로 목이나 허리를 30도 이상으로 구부리는 작업을 의미한다. 그리고 트는 상태는 정도의 차이와 무관하게 비트는 동작이 포함되면 근골격계 부담 작업에 포함된다.

다섯 번째 범위는 하루에 총 2시간 이상 쪼그리고 앉거나 무릎을 굽힌 자세에서 이루어지는 작업을 말한다. 쪼그리고 앉기는 근로자가 굽힌 상태에서 인체 중량을 주로 발이 감당하고 있는 자세를 말하며 무릎을 굽힌 자세는 근로자가 바닥면에 한쪽이나 양쪽 무릎을 대고 있는 자세로 한쪽 혹은 양쪽 무릎이 인체 중량의 상당 부분을 지탱하고 있어야 한다.

여섯 번째 범위는 하루에 총 2시간 이상 지지되지 않은 상태에서 1kg 이상의 물건을 한손의 손가락으로 집어 옮기거나, 2kg 이상에 상응하는 힘을 가하여 한손의 손가락으로 물건을 쥐는 작업을 말한다. 2kg이상에 상응하는 힘이란 A4용지 약 250매를 집는데 사용되는 힘에 해당된다.

일곱 번째 범위는 하루에 총 2시간 이상 지지되지 않은 상태에서 4.5kg 이상의 물건을 한손으로 들거나 동일한 힘으로 쥐는 작업을 말한다. 지지되지 않은 상태란 근로자 자신의 선택에 의한 것이 아니라 작업상황 등이 근로자에게 작업대 등에 의해 지지되지 않은 상태를 발생시키는 경우를 의미하며 동일한 힘이란 소형 자동 차용 점프선 집게를 쥐는 힘에 해당된다.

여덟 번째 범위는 하루에 10회 이상 25kg 이상의 물체를 드는 작업을 말한다. 물체를 드는 작업에는 밀거나 당기는 중력을 이용한 낙하 등은 포함되지 않으며 근로자 2인 이상이 작업을 하는 경우 특별한 사유가 없는 한 작업자수로 나눈 물체

의 무게로 계산한다. 다만 2인 이상이 실시하는 중량물 취급 작업의 경우 개인의 무게부하에 대하여 노·사간 이견이 있는 경우에는 실제 부하를 평가하여 근골격계 부담 작업 여부 결정하게 된다.

아홉 번째 범위는 하루에 25회 이상 10kg 이상의 물체를 무릎 아래에서 들거나, 어깨 위에 들거나, 팔을 뻗은 상태에서 드는 작업을 말하며 무릎 아래 또는 어깨 위에서 든다는 것은 물체가 무릎 아래 혹은 어깨 위에 있는 것이 아니라 물체를 들고 있는 손의 위치가 무릎 아래 혹은 어깨위에 있는 상태를 의미한다. 그리고 팔을 뻗은 상태라 함은 중력에 반하여 팔을 들어 팔꿈치를 편 상태를 의미하며 중력의 방향으로 늘어뜨린 경우는 제외한다.

열 번째 범위는 하루에 총 2시간 이상, 분당 2회 이상 4.5kg 이상의 물체를 드는 작업을 말하며 분당 2회 이상 4.5kg 이상의 물체를 드는 경우 노출시간은 1분으로 계산한다.

열한 번째 범위는 하루에 총 2시간 이상 시간당 10회 이상 손 또는 무릎을 사용하여 반복적으로 충격을 가하는 작업을 말하며 근로자가 강하고 빠른 충격을 전달하기 위하여 손 또는 무릎을 망치처럼 사용하는 작업을 말한다.

이러한 부담 작업들은 대표적으로 제조업에서 많이 발생하는 근골격계 질환을 유발하는 작업이며 근골격계 질환 유해요인과 밀접한 상관관계를 갖고 있다. 따라서 위와같은 부담 작업 내에서 근골격계 질환 유해요인을 제거할 시 근골격계 질환 예방에 증진 할 수 있는 방안을 마련할 수 있게 된다.

## 제7절 부담인자로 인한 근골격계 질환

근육에 의한 활동은 정적과 동적이 있으며, 정적인 근력이란 상지부를 지지하거나 자세를 취하고 그것을 유지하는데 사용되는 것을 말하고 동적인 근력은 정적인 근력을 제외한 움직임을 낳는 모든 근력을 말한다. 이러한 운동을 기본으로 사업장에서의 작업시 반복적인 동작, 과도한 힘의 부여, 부자연스러운 자세 등 작업특성에 따라 인체에 무리가 가해진다. 이에 따른 신체부위별로 구분하여 작업요인에 대한 질환을 구분하면 Table 2-10에 나타난 바와 같이 목, 어깨, 팔꿈치, 손목/손, 요부/요추부, 무릎, 발/발목으로 구분할 수 있다.

Table 2-10. 작업관련 부위별 근골격계 질환

부위	질환	증상	원인
목	근막통증후군	목과 어깨 근육 뭉침, 목 통증, 목의 움직임 제한	고정된 자세, 목을 이용한 반복자세
	경추부퇴행성 질환	목 통증, 어깨 통증	목의 고정된 자세, 반복적인 목의 숙임과 젓힘
어깨	견관절 염좌	어깨 통증	과도한 어깨 사용
팔꿈치	테니스엘보	손목을 굽힐때, 펴칠 때 팔꿈치 바깥쪽 통증	반복적인 손목 작업 급성 외상
손/ 손목	수관근증후군	엄지, 검지, 중지의 저림 작은 물건을 집기 힘들	경직, 수지진동 손목부위 건초염
	드퀘벵건초염	엄지손가락쪽 손목뒤편 통증	반복 작업, 힘이 드는 작업
요부	요추부 염좌	요통, 무릎 윗부분 하지통증 요부 근육 긴장	과도한 부하(힘), 들기작업 허리 비틀림, 굽힘
	추간판탈출증	하지감각저하, 보행장애	과도한 허리사용, 부담 작업
무릎	측부인대파열	무릎 외측 및 내측 통증	무릎의 비틀림, 충격
	슬개골 건염	슬개골 인대 부위의 통증	반복적인 미세 손상
발/ 발목	발목관절 발의 건염	발 뒤꿈치 통증, 발목을 굽히거나 펼때 통증	급성의 과사용 반복적인 외상

목의 경우 일반적 증상으로는 목의 통증, 운동제한, 두통 및 어깨 부위의 통증이 동반 가능하다. 이는 목 부위 통증의 업무와 관련하여 고정된 자세, 반복적인 목의 숙임과 젓힘, 옆으로 숙이는 자세, 작업 시 힘이 들어가는 경우, 전신 진동 등이 있는 경우 평소 업무로 인해 발생이 가능하다.

어깨의 일반적인 증상으로는 어깨통증, 근력약화, 관절운동 시 소리가 나면서 통증, 움직임 제한 등을 들 수 있다. 어깨 부위 통증의 업무 관련에 있어 질환 발생 시는 어깨를 이용하는 작업이 반복되는 경우, 손을 들거나 옆으로 뺀어서 하는 작업, 손을 어깨 이상으로 들어서 하는 작업, 손을 뒤로 뺀는 작업 등이 있는 경우, 물건을 들거나 하여 힘이 들어가는 경우, 전신진동 및 손 진동이 있는 경우, 급성 외상후에 통증이 발생하게 된다.

팔꿈치의 일반적인 증상으로는 팔꿈치 통증, 근력약화, 움직임 제한, 관절 잠김 등이 있다. 팔꿈치 부위 통증의 업무 관련에서 질환 발생 시는 손목과 팔꿈치의 반복 작업, 손목을 젖히거나 숙이는 작업, 손을 이용한 수작업, 공구를 사용하는 작업, 조금이라도 힘이 들어가는 작업이 같이 있는 경우이다.

손목 및 손의 일반적 증상을 보면 손목 및 손의 통증, 저림, 찌릿찌릿함, 쇠약, 혹은 움직임 제한 등이 있으며 손목 및 손 부위 통증의 업무 관련에 있어서 질환 발생 시는 반복 작업, 수작업, 공구 사용, 손으로 두드리는 작업, 손목, 손가락의 굽힘과 젖힘, 조금이라도 힘이 들어가는 작업 등에 의해 통증이 발생하게 된다.

요부 및 요추부의 일반적 증상으로 요통, 하지 저림, 하지 근력약화 혹은 강직 등이 있다. 하부 요통의 업무와 관련하여 통증 발생 시는 힘든 육체적 작업으로서 허리를 굽히거나 비트는 작업이 반복되는 경우, 앞으로 굽히거나 비튼 자세에서 중량물 들기, 팔을 뺀어서 작업, 밀거나 혹은 잡아당기기, 장시간 앉거나 혹은 서기 등이 해당된다.

무릎의 일반적인 증상으로는 무릎통증, 근력약화, 운동제한, 관절 내 소리나면서 통증, 고정, 재발성 종창 또는 주저앉음 등이 있으며 업무 관련에 있어 반복적인 외상, 반복적인 동작, 급성 외상 등이 있다.

발, 발목의 일반적인 증상으로서 발과 발목통증, 근력약화, 발목 운동 제한, 부종 등이 있으며, 업무와 관련하여 반복적인 외상, 발목의 과도한 사용, 중량물 등기 등 체중부하 작업 등이 적용된다.

## 제8절 인간공학적 평가도구의 분석

근골격계 부담 작업 유해요인조사는 한국산업안전공단의 KOSHA code H-30(근골격계 부담 작업 유해요인조사지침)에서 권고사항으로 제시하고 있다. 지침에 의하면 근골격계 부담 작업 유해요인조사는 기본조사(현장조사)와 증상조사로 크게 두 가지를 조사하도록 제시하고 있다. 유해요인 기본조사는 한국산업안전보건공단에서 제시하는 유해요인기본조사표를 사용하여 조사하며, 근골격계 질환 증상조사도 한국산업안전보건공단에서 근골격계 증상조사표를 사용하도록 하고 있다.

이 중에서 유해요인 기본조사표에서는 유해요인의 정도를 단위작업에 대하여 작업부하와 기본조사표에서는 유해요인의 정도를 단위작업에 대하여 작업부하와 작업빈도의 곱으로 평가하고 있으며, 증상조사에서는 주관적인 근골격계 질환 증상 호소율로 평가하고 있다. 하지만 기본조사에서 실시하는 작업부하와 작업빈도의 곱으로 평가하는 방법은 매우 단순하다.

특히, 유해요인 기본조사에서 작업부하평가의 경우 근로자들의 개인적인 소견이 많이 들어가기 때문에 이러한 데이터로 객관적인 위험성을 판별하기에는 무리가 있다고 판단된다. 그리고 기본조사표의 작업 빈도는 민감도가 매우 떨어진다<sup>21)</sup>.

근골격계 부담 작업의 유해요인 조사와 평가를 위해 지금까지 수많은 인간공학 체크리스트와 평가도구들이 개발되어져 왔다. 그것들 중 RULA나 REBA처럼 널리 적용된 사례 연구를 통해 어느 정도 신뢰성을 입증 받은 것들도 있고, QEC처럼 비교적 최근에 발표된 것도 있다.

현재 KOSHA Code H-30에서 추천하고 있는 인간공학적 작업분석 평가도구들로는 다음 Table 2-11과 같다.

---

21) 정병용, 인간공학적 작업장 개선, 한국산업안전공단, 2002

Table 2-11. KOSHA code H-30에서 권장하는 작업분석평가도구

작업분석 평가도구	분석 가능한 유해요인	적용 신체부위	적용사례
RULA	반복성 부적절한 자세 과도한 힘	허리 몸통 어깨 다리	- 시뮬레이션을 이용한 자세분석 - 자동차조립공정 - 외부부하에 따른 상체의 불편도
REBA	반복성 부적절한 자세 과도한 힘	손목 아래팔, 팔꿈치 어깨 목 몸통/허리 다리/무릎	- 자동차조립공정 - 요리사 - 조선업의 심출작업
NLE	반복성 부적절한 자세 과도한 힘	허리	- 병원환자 운반업무 - 들기작업 - 기계설비제조업
JSI	반복성 부적절한 자세 과도한 힘	손가락 손목	- 치과의사 - 지하철정비
ACGIH	진동	손가락 손목 어깨	- 수작업
QEC	반복성 부적절한 자세 과도한 힘	허리 어깨/팔 손/손목 목	- 대학병원 간호사 - 의료업종
ANSI Z-365	반복성 부적절한 자세 과도한 힘	목/어깨 팔/팔꿈치 손/손목 허리/무릎	- 근골격계 부담 작업의 판정기준 - 소형부품 자동화조립 시스템
OWAS	부적절한 자세	허리/팔/다리	- 작업자세평가

RULA의 경우 반복성, 부적절한 자세 그리고 과도한 힘에 대한 부담인자를 측정하고 이를 해석할 수 있는 기법이며 REBA의 경우 반복성, 부적절한 자세 그리고 과도한 힘에 대한 부담인자를 해석할 수 있는 기법이다. NLE는 반복성, 부적절한 자세 그리고 과도한 힘에 대한 부담인자를 해석하기위한 평가기법이며 JSI는 반복

성, 부적절한 자세 그리고 과도한 힘에 대한 부담인자를 측정하기 위한 기법이다. ACGIH는 진동을 측정하기 위한 기법이며 QEC는 반복성, 부적절한 자세 그리고 과도한 힘을 측정하기 위한 기법이다. ANSI Z-365의 경우 반복성, 부적절한 자세 그리고 과도한 힘을 측정하기 위한 평가 기법이며 OWAS는 부적절한 자세에 관한 평가 기법이다. 이러한 평가 기법들은 평가 방법과 결과의 표시방법에 따라 몇 가지로 구분될 수 있다.

첫째, 작업을 수행하는 자세를 중심으로 작업의 부담 정도를 평가하는 기법들이 있다. 이러한 평가기법으로는 OWAS, RULA, REBA 등이 사용되고 있다. 이 기법들은 각 관절의 각도 등을 평가해 최종적으로 작업의 점수로 표시하고 이를 작업 개선 레벨인 Action Level(AL)로 표시해준다. OWAS에서 처음 사용된 Action Level 4 등급은 RULA 나 REBA 에서도 그대로 사용되었다.

둘째, 지수적인 평가기법으로는 NLE, JSI가 있다. NLE는 중량물 취급작업에 사용되며, JSI는 단순반복 수작업의 부하를 평가하는 기법으로 사용되고 있다.

이 두 기법은 위험요인을 승수 값으로 평가한 후 이들의 함수로서 계산 된 값을 가지고 위험도를 평가한다.

셋째, 작업의 전반적인 상황을 고루 평가해 위험도를 판단하는 체크리스트 평가 기법이 있다. 현장에서 널리 사용되는 워싱턴 주 체크리스트, QEC, ANSI-Z-365 등이 있다. 체크리스트 기법은 평가 시 체크가 된 항목별로 작업의 문제점 등을 찾아준다.

넷째, 그 밖의 기법으로 진동 공구의 진동 가속도와 노출 시간을 기준으로 진동 공구 사용 작업의 위험도를 판단하는 ACGIH 의 진동 노출기준과 밀기/끌기/나르기 작업의 실험 결과를 토대로 위험도를 제시한 Snook의 밀기/당기기 위험표도 있다.

근골격계 부담 작업의 작업부하를 평가할 때는, 그 작업과 관련된 유해요인, 통증을 느끼는 신체부위, 그리고 대상작업의 특징을 고려해 인간공학적 작업분석 평가도구들 중 적절한 기법을 선택해 사용할 수 있다. 특히 작업자세가 문제가 되는 작업에 대해서는 산업현장에서 가장 널리 사용 되어온 기법들인 OWAS, RULA, REBA 중 적절한 기법을 선택하여 측정할 수 있다. 인간공학적 평가도구를 사용한 연구 문헌 정리를 Table 2-12에 나타내었다.

Table 2-12. 인간공학적 평가도구를 사용한 연구 문헌

연구자	사용한 인간공학적 평가도구								적용 업종
	OWAS	RULA	REBA	NLE	JSI	QEC	ANSI Z-365	기타	
구본연, 박근상, 김창한 (2007)	■	■	■						조선업
기도형 (2006)				■					병원
김남두, 임현준, 박희석 (2007)		■							조선업
김진영, 권영준, 김대성 (2007)	■	■	■	■		■			병원
김철홍, 권영준, 백승렬 (2004)		■		■	■				지하철 정비
나석희, 문찬영, 기도형 (2004)	■	■	■					■	미적용
나종관, 박민용 (2005)		■						■	자동차 조립
박구무, 류태범, 기도형 (2006)		■					■		자동차 조립
박희석, 허소림 (2006)				■					기계설 비제조
서승록(2006)		■	■						자동차 조립
안태훈, 김준식, 정병용 (2006)	■	■	■						호텔 요리사
여민우, 이상도, 이동춘 (2006)				■					미적용
오순영, 정병용 (2005)	■								조선업
이인석, 정민근, 최경임 (2003)	■	■	■						자동차 조립
정은희, 구정완 (2006)		■	■	■	■	■			병원
최동식, 박성준, 정의승 (2004)		■							미적용
최명관, 최상복, 차상은 (2006)		■		■					병원

미국 산업안전보건청에서는 이와 같은 많은 평가기법 중에서 중량물 작업에 대한 평가기법(NIOSH Lifting Equation, Snook Push/Pull Hazard Tables)과 국소진동에 대한 기준(ACCIH Hand/Arm Vibration TLV), 그리고 전반적인 근골격계 질환문제를 평가하기 위한 체크리스트 기법(GM-UAW Checklist, RULA, JSI, Washington State Appendix B, REBA) 등 총 8가지 평가기법을 제안하고 있다. 그 외에 국내 및 국제적으로 비 특이적인 작업현장에서 비교적 많이 활용되고 있는 OWAS 평가기법이 있다.(노동환경건강연구소, 2004) 근골격계 질환위험요인 평가기법 선택 시 고려사항을 Table 2-13에 나타내었다.

Table 2-13. 근골격계 질환 위험요인 평가기법 선택 시 고려사항

구 분	세 부 내 용	평 가 기 법
평가자를 고려할 때	8시간 내외의 기초교육을 받은자	OWAS
	16시간 이상의 전문교육을 받은자	RULA, JSI, REBA, Washington State Appendix B
작업특성을 고려할 때	조립작업과 같이 일정한 작업주기로 수행되는 작업	RULA, REBA, OWAS Washington State Appendix B
	검사, 자료입력 작업과 같이 고정된 자세(앉은 자세 등)	JSI
신체부위를 고려할 때	전반적인 신체 부위가 문제되는 작업	Washington State Appendix B
	주로 손/손목 부위가 문제되는 작업	JSI
	주로 허리, 하지, 팔 부위가 문제되는 작업	OWAS

## 1. RULA 기법

1993년에 McAtamney와 Corlett에 의해 근골격계 질환과 관련된 위험인자에 대한 개인 작업자의 노출정도를 평가하기 위한 목적으로 개발되었으며, 개발과정에서 의류산업체의 재단, 재봉, 검사, 포장 작업 그리고 VDU 작업자 등을 포함하는 다양한 제조업의 작업을 분석연구 대상으로 하여 개발되었다.

RULA는 어깨, 팔목, 손목, 목등 상지(Upper Limb)에 초점을 맞추어서 작업자세로 인한 작업부하를 쉽고 빠르게 평가하기 위하여 만들어진 기법이다. 이 기법은 EU의 VDU 작업장의 최소안전 및 건강에 관한 요구 기준과 영국(UK)의 직업성 상지질환의 예방지침의 기준을 만족하는 보조도로 사용되고 있다. RULA는 나쁜 작업자세로 인한 상지의 장애(Disorders)를 안고 있는 작업자의 비율이 어느 정도 인지를 쉽고 빠르게 파악하기 위해 만들어졌다.

RULA는 근육의 피로에 영향을 주는 인자들인 작업 자세나 정적 또는 반복적인 작업 여부, 작업을 수행하는데 필요한 힘의 크기 등 작업으로 인한 근육 부하를 평가하기 위해 만들어졌으며, 포괄적인 인간공학적 평가를 위한 결과를 제공하기 위한 목적으로 개발되었다.

RULA(Rapid Upper Limb Assessment)는 조립라인에서 반복적으로 작업할 경우에 각 신체부위, 특히 상지를 주로 사용할 경우에 작업자세의 위험성을 평가하는 도구로써 1점부터 7점까지 점수를 매기게 된다. 1점은 “작업자세가 작업자에게 적은 부하를 주고 있음”을 의미하고, 7점은 “큰 부하를 주는 것”을 의미한다.

RULA는 크게 네 부분 즉, 작업 자세, 정적인 근육 평가, 반복적인 동작, 힘으로 이루어져 있으며, 평가를 위해 사용하는 인자로는 위팔, 아래팔, 손목, 목, 몸통, 다리, 근육 사용정도, 작업빈도가 있다.

RULA 기법 평가기법 및 점수 환산을 부록 1-1에 나타내었으며, 부록 1-2에 RULA Worksheet를 나타내었다.

작업자가 몇 번의 작업 사이클을 반복하는 동안 평가에 필요한 작업 자세와 작업 내용 들을 조사하여야 한다. 자세를 평가할 때는 작업 사이클 동안 가장 부하가 많이 걸리는 자세를 가지고 평가하고 작업 사이클 동안 우측면 또는 좌측면에서의 각각의 자세를 가지고 평가를 한다.

## 2. REBA 기법

REBA(Rapid Entire Body Assessment)는 평가표는 크게 각 신체부위별 작업 자세를 나타내는 4개의 배점표로 구성되어 있으며, 평가대상이 되는 주요 작업요소로는 반복성, 정적작업, 힘, 작업 자세, 연속작업시간 등이 고려되어 진다.(Hignett & McAtamney, L.(2000). 또한, 평가기법들은 Fig. 2-5와 같이 크게 신체부위별로 작업 자세, 근육과 힘에 대한 평가를 하게 된다. 평가결과는 5~15점 사이의 총점으로 나타내어지며, 점수에 따라 5개의 조치단계(Action level)로 분류되어 진다.

REBA에 의한 작업 자세 평가는 먼저 평가를 위한 작업이나 자세를 선택하기 위해 작업자의 작업을 몇 번의 반복 횟수 동안 관찰을 한 후에 작업 중에서 가장 빈번하게 행해지는 자세나 작업부하나 가장 많이 걸리는 자세를 선택하여 평가한다.

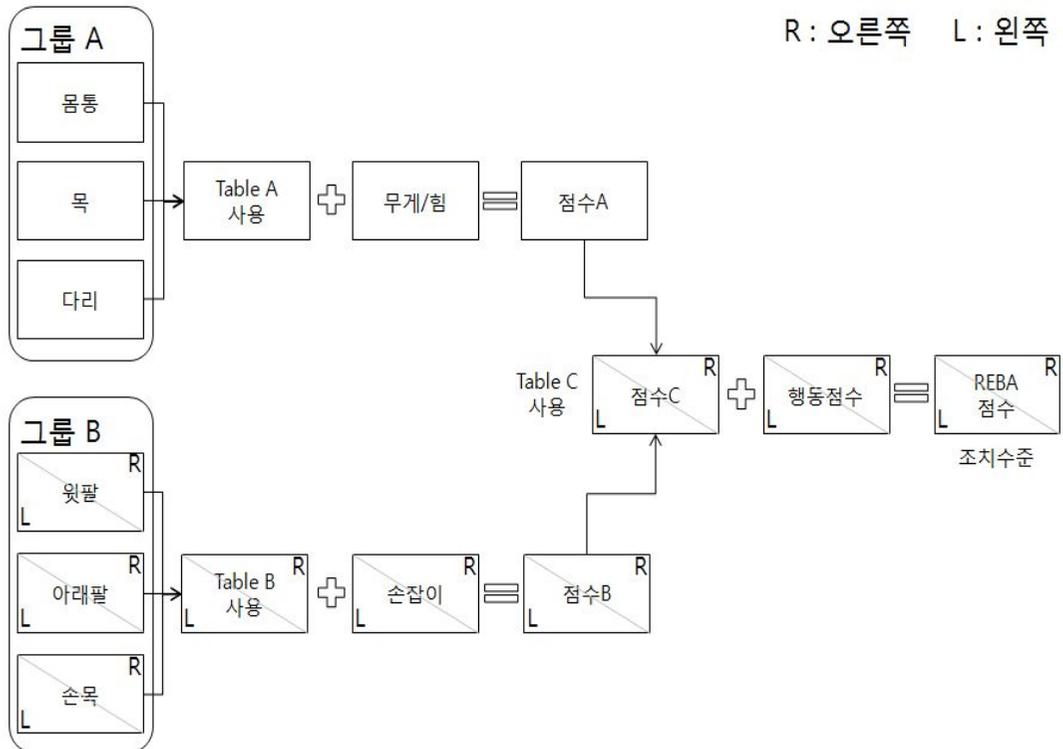


Fig. 2-5. REBA 기법 평가기법

REBA에 의한 작업 자세 평가는 먼저 평가를 위한 작업이나 자세를 선택하기 위해 작업자의 작업을 몇 번의 반복 횟수동안 관찰을 한 후에 작업 중에서 가장 빈번하게 행해지는 자세나 작업 부하가 가장 많이 걸리는 자세를 선택하여 평가한다. 평가할 때 한 번에 작업자의 오른쪽이나 왼쪽 중 한쪽만을 평가하고, 다음에 다른 쪽을 평가한다. 부록 2-1에 REBA 기법 최종 평가 조치 점수 및 행동점수 결정 평가표를 나타내었고 부록 2-2에 REBA 평가표를 나타내었다.

### 3. OWAS(Ovako Working-posture Analysis System) 기법

OWAS는 Karhu 등(1977)이 철강업에서 작업자들의 부적절한 작업 자세를 정의하고 평가하기 위해 개발한 대표적인 작업자세 평가기법이다. 이 기법은 대표적인 작업을 비디오로 촬영하여, 신체부위별로 정의된 자세기준에 따라 자세를 기록해 코드화 하여 분석하는 기법이다. 이렇게 분석자가 특별한 기구 없이 관찰만으로 작업자세를 분석하는 방법을 관찰적 작업자세 평가기법이라 하며, 이는 기구를 이용한 분석 방법에 비해 현장에서의 적용성이 뛰어난 장점이 있다.

OWAS는 배우기 쉽고, 현장에 적용하기 쉬운 장점 때문에 많이 이용되고 있으나, 작업자세를 너무 단순화했기 때문에 세밀한 분석에 어려움이 있으며, 분석 결과도 작업 자세 특성에 대한 정성적인 분석만 가능하다. 작업자세를 4개 작업수준으로 정의하고 있으나, 이 결과 역시 구체적이지 못하기 때문에 작업 개선을 위해서는 추가의 세부 분석 과정이 필요하다.

OWAS 분석은 크게 두 가지로 나뉜다. 먼저 신체부위별로 각 코드의 비율을 조사한다. 이는 각 신체부위별로 자세의 특성을 파악하기 위한 것이며, 이를 바탕으로 작업 부하에 영향이 큰 신체부위를 판단할 수 있다. 둘째로는 각 작업 자세를 4가지 작업 수준으로 나눈 기준에 따라 분류한다.

OWAS는 Table 2-14와 같이 전체 작업 자세를 근골격계에 미치는 영향에 따라 크게 네 수준으로 분류한다. 이들4가지 작업 자세 수준 중, 작업수준 3과 4는 근골격계에 나쁜 영향을 미치는 자세로 시급한 조정이 필요한 작업이다. 따라서 작업수준 3과 작업수준 4의 비율이 많은 작업에 대해서는 적절한 개선책이 요구되어야 한다. 부록 3에 OWAS 작업분석 SHEET를 나타내었다.

Table 2-14. 근골격계에 미치는 영향평가를 위한 작업자세 수준

작업자세 수준	평가 내용
수준 1	근골격계에 특별한 해를 끼치지 않음 작업자세에 아무런 조치도 필요치 않음
수준 2	근골격계에 약간의 해를 끼침 가까운 시일내에 작업자세의 교정이 필요함
수준 3	근골격계에 직접적인 해를 끼침 가능한 빨리 작업자세를 교정해야 함
수준 4	근골격계에 매우 심각한 해를 끼침 즉각적인 작업자세의 교정이 필요함

#### 4. NLE(NIOSH Lifting Equation) 기법

NIOSH에서는 1981년 들기 작업에 대한 안전 작업지침을 발표하였다. 이 지침은 작업장에서 가장 빈번히 일어나는 들기 작업에 있어 안전작업무게(AL : Action Limit)와 최대허용무게(MPL : Maximum Permissible Limit)를 제시하여, 들기 작업에서 위험 요인을 찾아 제거할 수 있도록 한다. 최대허용무게는 안전작업무게의 3배이며 들기 작업을 할 때 요추(L5/S1) 디스크에 650kg 이상의 인간공학적 부하가 부과되는 작업물의 무게이다. 따라서 작업물의 무게가 이 한계를 넘는 들기 작업은 작업자에게 매우 위험하다고 할 수 있다.

안전작업무게는 수평인자와 수직인자 그리고 거리인자, 빈도인자를 통하여 구할 수 있다. 이 경우 L5/S1 디스크에 350kg의 생체 역학적 부하가 걸리고 이 무게까지는 대부분의 사람이 견디어 낼 수 있으나 이를 넘어가면 허리에 무리가 가해지게 된다.

이 작업지침에서는 AL과 MPL 사이의 작업에서는 관리적 기법(administrative approach)에 의한 작업 개선이 필요하며, MPL 이상의 작업에 대해서는 공학적 기법(engineering approach)에 의한 작업 개선이 필요하다고 제안하고 있다.

1981년에 발표된 들기 작업 지침은 두 손의 대칭형 들기 작업, 제한 조건이 없는(unrestricted) 들기 자세, 좋은 커플링 상태, 쾌적한 주위환경 등의 제약 조건을 가지고 있다. 이러한 제약 조건은 실제 작업 현장과 차이를 보이기 때문에 이에 대한 보완의 필요성이 높아져 1991년 개정된 새로운 들기 작업 지침이 제안되었다.

1991년 개정된 NIOSH 들기 작업 지침은 들기 작업에 대한 권장무게한계(Recommended Weight Limit : RWL)를 쉽게 산출하도록 하여 작업의 위험성을 예측하여 인간공학적 작업방법의 개선을 통해 작업자의 직업성 요통을 사전에 예방함을 목적으로 한다. 특정 작업에서의 권장무게한계를 제시하므로, 작업장에서 권장무게한계를 넘어서는 경우에는 작업 위치를 바꾸거나, 작업 빈도를 줄여 주거나, 커플링을 좋게 하는 등의 작업 설계의 변화를 통해 근골격계 질환을 예방할 수 있으며, 인간공학적 작업 설계를 위해서도 사용할 수 있다. 또한 공식 자체가 간단하므로 누구나 쉽게 사용할 수 있다는 장점이 있다. Fig. 2-6에 NLE 분석절차를 나타내었다.

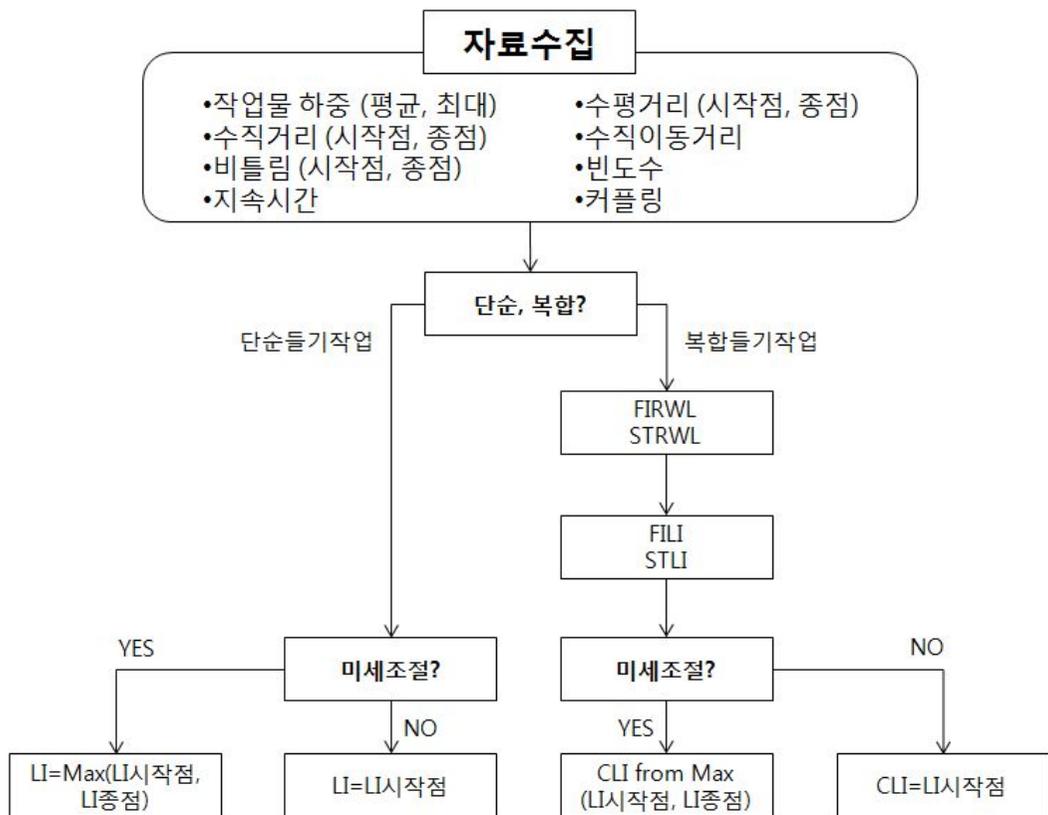


Fig. 2-6. NLE 분석절차

### 가. 권장무게한계(RWL : Recommended Weight Limit)

권장 무게 한계란 건강한 작업자가 특정한 들기 작업에서 실제 작업시간 동안 허리에 무리를 주지 않고 요통의 위험 없이 들 수 있는 무게의 한계를 말한다.

RWL은 여러 작업 변수들에 의해 결정되며 아래의 식으로 계산된다.

$$RWL(kg) = 23 \times HM \times VM \times DM \times AM \times FM \times CM \dots\dots\dots (1)$$

HM: 수평계수 (*Horizontal Mltiplier*)      AM: 비대칭 계수 (*Asymmetry Mltiplier*)  
 VM: 수직계수 (*Vertical Mltiplier*)      FM: 빈도계수 (*Frequency Mltiplier*)  
 DM: 거리계수 (*Distance Mltiplier*)      CM: 커플링 계수 (*Coupling Mltiplier*)

### 나. 들기 지수(LI : Lifting Index)

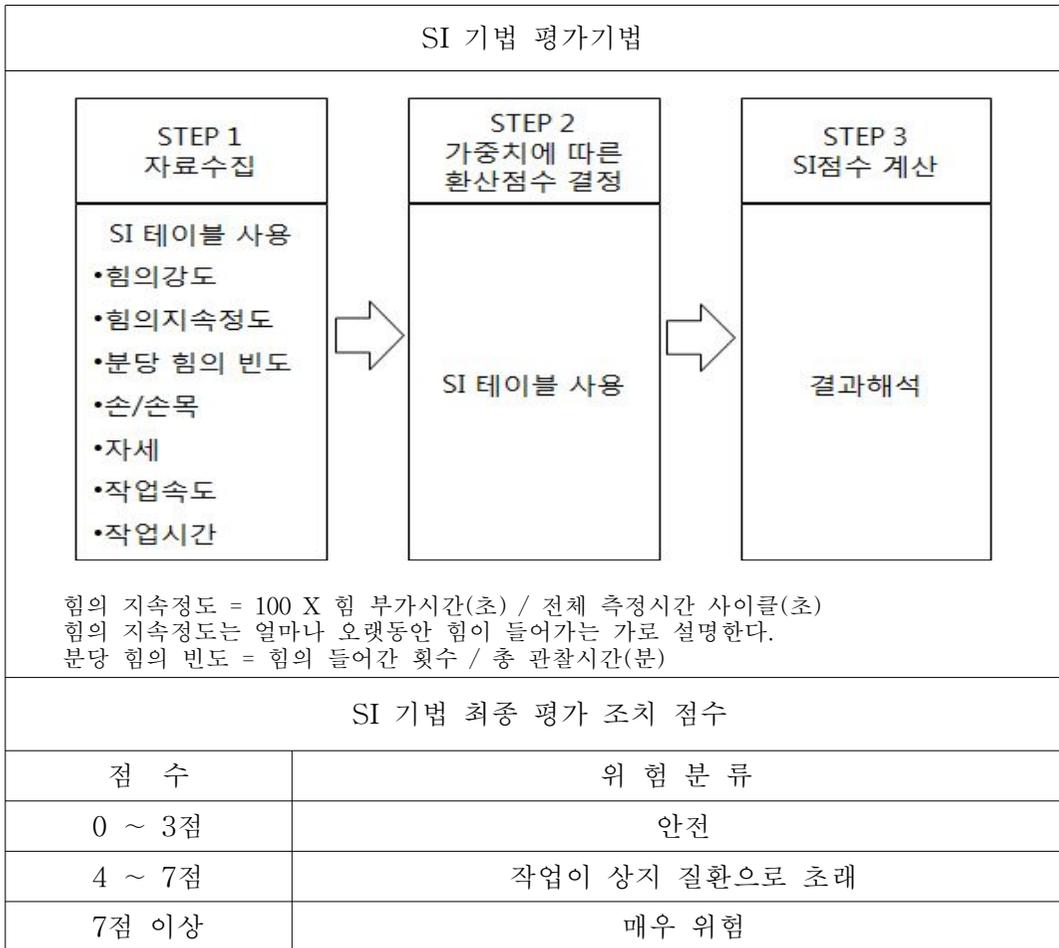
LI는 실제 작업물의 무게와 RWL의 비(ratio)이며 특정 작업에서의 육체적 스트레스의 상대적인 양을 나타낸다. (LI = 작업물 무게/RWL) LI가 1보다 크면 작업 부하가 권장치보다 커 요통의 발생위험이 높다고 할 수 있다. 따라서 LI가 1 이하가 되도록 작업을 설계할 필요가 있다. 따라서 LI가 1 이하가 되도록 작업을 설계할 필요가 있으며, 부록 4에 NLE 작업분석 SHEET를 나타내었다.

## 5. SI(Strain Index) 기법

이 기법은 1995년에 위스콘신 의과대학 예방의학과 J.Steven MOOR와 위스콘신대학의 산업시스템공학과 Arun Garg에 의해 처음 개발되었다. 생리학, 생체역학, 상지질환에 대한 병리학을 기초로 한 정량적 평가 기법이다.

SI 기법은 상지 질환(근골격계 질환)의 원인이 되는 위험 요인들이 작업자에게 노출되어 있거나 그렇지 않은 상태를 구별하는데 사용된다. 이 기법은 상지질환에 대한 정량적 평가기법으로 근육사용 힘(강도), 근육사용 기간, 빈도, 자세, 작업속도, 하루 작업시간 등 6개의 위험요소로 구성되어 있으며 이를 곱한 값으로 상지질환의 위험성을 평가한다. Table 2-15에 SI 기법 평가기법 및 최종평가 조치점수를 나타내었다.

Table 2-15. SI 기법 평가기법 및 최종평가 조치점수



$$SI \ score = \text{힘의 강도 계수} \times \text{힘의 지속정도 계수} \times \text{분당 힘의 빈도 계수} \times \text{손과 손목의 자세 계수} \times \text{작업속도 계수} \times \text{하루 작업시간 계수}$$

SI기법은 상지질환을 측정할 때 행동점수는 가중치에 따른 점수를 부여하게 된다. 부록 5-1에 SI 평가 시 가중치에 따른 점수결정에 관하여 나타내었고 부록 5-2는 SI 평가 시 행동 점수 계수에 관하여 나타내었다.

## 6. ANSI Z-365 기법

ANSI Z-365 기법은 위험요인 평가를 위해 점검표를 활용하도록 되어 있고 평가 결과 10점 이상이면 저 위험성을 초과하는 것으로 판정하여 구체적인 작업분석을

하도록 되어있다<sup>22)</sup>. 평가기법으로는 반복 작업, 중량물 들기 작업, 밀기/당기기 작업, 중량물 이동, 작업자세, 동력공구, 신체압박, 정적인 동작, 작업장의 물리적 유해 요인, 키보드 작업, 인센티브제도, 작업속도 조절 등을 체크리스트에 하루 작업 시간(8시간 기준)동안의 해당 사항의 평가결과 점수를 환산하여 평가 결과 점수가 ‘10점’ 이상이면 근골격 질환에 대한 위험도가 저 위험도를 초과하는 것으로 볼 수 있다. 부록 6에 ANSI Z-365 체크리스트 및 최종 평가 조치 점수를 나타내었다.

## 7. 인간공학적 평가기법의 장·단점

이처럼 근골격계 질환의 유해도를 평가하기 위해 다양한 방법의 인간공학적 평가기법을 사용하고 있는데 이러한 정밀평가도구는 Table 2-16과 같이 유해도를 평가하는 항목과 기준이 조금씩 다르게 사용되고 있다. 작업을 수행하는 자세를 중심으로 부담정도를 평가하는 기법으로는 OWAS, RULA, REBA등이 많이 사용되고 있으며, 지수적인 평가기법으로 NEL, JSI 등의 위험도 평가기법이 있다. 이들 중 Table 2-17에 자주 사용되는 인간공학적 평가도구의 장·단점을 나타내었다. RULA의 경우 반복적인 상지작업의 작업부하 평가에 적합하지만 부품의 들기, 운반 작업의 분석은 어렵다. REBA의 경우 RULA의 단점을 보완했으나 평가를 위한 작업부하를 선택하기 위해 시간이 많이 소요되는 단점이 있다. OWAS는 특별한 기구 없이 관찰에 의한 작업평가 및 현장에서 쉽게 해석이 가능한 반면 다른 작업자세의 정밀한 분석에는 어렵다. 이렇듯 부담 작업의 유해도를 평가하기 위해 많은 도구가 사용되고 있으나 작업특성, 자세 등에 따라 평가가 가능한 부분과 평가가 불가능한 경우가 있어 평가도구의 적용 시 유의할 필요가 있다.

---

22) Armstrong, T.j. and Snock, S.H, 1995

Table 2-16. 인간공학적 평가도구의 평가항목 및 선정기준 비교

평가도구	유해요인평가항목							평가신체부위				완료 소요 시간	교육 소요 시간	비용
	반복성/ 지속시 간	힘:잡기/ 집기	힘:들기/ 놓기/운 반	힘:밀기/ 당기기	자세	진동	접촉스 트레스/ 충격	목/어깨	손/손목/ 팔	허리/몸 통/골반	다리/무 릍/발목			
근골격계 질환위험성체크	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	보통	낮음	낮음
위싱턴주(caution/Hazardzone)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	보통	낮음	낮음
ACGIH : LiftingTLV	○		○		○			○		○		낮음	낮음	낮음
MAC(UK)	○		○		○			○		○		낮음	낮음	낮음
Mital et al. Tables	○		○	○	○			○		○	○	낮음	보통	낮음
NIOSH Liftng Equation	○		○		○			○		○		낮음	낮음	낮음
Snook Tables	○		○	○				○		○		낮음	낮음	낮음
ACGIH : HAL	○	○	○	○					○			보통	보통	낮음
CTD Risk Index	○	○	○	○				○	○			보통	보통	높음
LUBA	○				○			○	○	○		보통	보통	낮음
OCRA	○	○	○	○	○	○	○	○	○			보통	보통	낮음
RULA	○				○			○	○	○		낮음	보통	낮음
Strain Index	○	○	○	○	○				○			보통	보통	낮음
ManTRA	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	낮음	보통	낮음
OWAS	○	○	○	○	○			○		○	○	높음	보통	낮음
QEC	○		○	○	○	○		○	○	○	○	낮음	보통	낮음
REBA	○		○	○	○			○	○	○	○	낮음	보통	낮음

※ 요구시간 : 낮음(<2시간), 보통(2~4시간), 높음(>4시간)

※ 교육소시간 : 낮음(<4시간), 보통(4~8시간), 높음(>8시간)

※ 비용 : 낮음(장비 필요 없음), 보통(몇몇 장비 필요), 저울 등), 높음(비디오 카메라, 힘 측정장비 필요)

Table 2-17. 인간공학적 평가도구의 장·단점 비교

평가도구	장점	단점
RULA	<ul style="list-style-type: none"> <li>-반복적인 상지작업의 작업부하 평가에 적합</li> <li>-상지의 정적인 자세를 측정하기 용이하다</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-평가자의 전문교육 필요</li> <li>-부품의 들기/운반작업, 진동/충격 작업, 쪼그려 앉은 작업자세 등 분석이 어렵다.</li> </ul>
REBA	<ul style="list-style-type: none"> <li>-신체부위별 작업자세, 근육과 과도한 힘에 대한 평가</li> <li>-RULA가 상지에 국한된 평가 기법의 단점을 보완</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-분석시간이 많이 소요됨. 평가를 위한 작업자이나 자세를 선택하기 위해 수회동안 관찰한 후 작업중 가장 빈번한 작업자세 및 작업부하를 선택하여 평가</li> <li>-자세분석에 사용된 사례가 부족</li> </ul>
OWAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>-특별한 기구없이 관찰에 의해서만 작업자세를 평가가능</li> <li>-현장에서 기록 및 해석이 용이</li> <li>-간단한 작업자세 분류체계를 사용하여 다양한 분야에 적용 (허리, 팔, 다리 신체부위)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-평가자 전문교육 필요</li> <li>-특정한 작업자세만 국한되어 정밀한 작업자세를 평가하기 어렵다</li> <li>-몸의 일부의 움직임이 적으면서 반복하여 사용하는 작업의 차이를 파악하기 어렵다.</li> </ul>
NLE	<ul style="list-style-type: none"> <li>-중량물 취급 및 작업부하 평가에 적합</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-전문성이 요구된다</li> <li>-들기 작업만 평가가 가능하고 반복적인 작업자세, 밀기, 당기기 등의 작업은 평가가 어렵다</li> </ul>
SI	<ul style="list-style-type: none"> <li>-상지질환의 위험성을 정량적으로 평가할 수 있다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-다른 작업자세 분석 등에는 적합하지 않다</li> </ul>
ANSI-Z 365	<ul style="list-style-type: none"> <li>-사용이 용이하다</li> <li>-권위있는 기관으로부터 출처됨 (미국표준연구원)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-민감도에 대한 검증결과가 제시되지 못하고 있다.</li> </ul>

## 제3장 연구 및 분석방법

### 제1절 전자업종 실태분석

현재 정부는 국가의 산업구조변화에 맞추어 제조업 및 서비스업에 대한 다양한 근골격계 질환 방지를 위한 예방프로그램을 시도하고 있다. 정책 적용의 효과를 거두기 위해 정책을 적용하고자하는 대상에 대한 현상파악이 중요하다. 하지만 시설 중심에 편중된 근골격계 질환 예방법뿐만이 아닌 개인적 특성, 직업적 특성, 인간 공학적 특성, 사회적 요인 그리고 정신적 요인까지 근골격계 질환원인이라고 볼 수 있는 모든 요인들에 대하여 전반적인 검토가 이루어져야 한다.

따라서, 제조업의 근골격계 질환 예방 효과를 높일 수 있고 정부의 안전보건정책 지원방향 및 적용방안을 제시하기 위하여 제조업을 대상으로 근골격계 질환 유발 요인에 대한 현상 파악과 그 요인들로 인한 근골격계 부담 작업에 미치는 영향 정도에 관한 실태를 조사·분석한다.

#### 1. 조사 개요

국내 전자업종의 특성을 반영하기 위하여 전자업종 내 성별, 연령별, 계층별로 어떠한 근골격계 질환 발생요인들이 있는지를 5점 척도를 사용하여 조사 하였다. 조사는 광주·전남지역에 소재한 ○○전자 및 하청업체를 대상으로 하였으며 기업들 중 규모를 감안하여 하청기업을 포함한 총 30개 사업장을 방문조사를 실시하였다.

직종별로는 작업자, 관리자 그리고 작업 지원자로 구분하여 조사하였으며, 사업주(공장장)및 부서장급의 중간관리자, 현장 기술직 혹은 생산직 그리고 안전보건관리자를 대상으로 조사하였다.

자료수집 방법은 직접면담 및 설문방법으로 389명에게 무작위로 설문참여를 요청해 2010년 9월 13일부터 9월 17일까지 5일간 설문조사를 실시하였으며 필요한 경우 전화로 추가 질문을 하였다. 설문대상자 389명중 310명이 설문조사에 참여(응답률 79.7%)하였다.

## 가. 설문설계

첫 번째로 전자업종이 가지고 있는 근골격계 유발요인에 대한 현 상태와 근골격계 부담 작업에 대한 영향력을 살펴보기 위하여 연구 조사 대상 사업장에 대하여 개인적 특성, 직업적 특성, 인간공학적 특성, 정신적 요인, 사회적 요인을 측정 후 비교·분석하여 각 직군별 근골격계 질환 발생 요인의 특성을 도출한다.

두 번째로 근골격계 부담 작업의 형태와 그 작업 강도에 대한 현 상태를 알아보기 위하여 근골격계 부담 작업의 범위에 대하여 조사하였고, 그 범위에 대한 강도를 측정한다.

세 번째로 근골격계 유발요인들이 근골격계 부담 작업에 미치는 상관성과 영향 정도를 비교 분석 한다.

## 나. 설문 구성 및 척도

근골격계 질환 유발 요인을 알아보고 부담 작업에 미치는 영향을 알아보기 위해 Table 3-1에 나타난 바와 같이 설문항목의 구성은 크게 세 부분으로 설정하였다.

1차 항목은 현장에서 근무하고 있는 작업자들의 특성에 관한 통계분석을 위하여 반드시 필요한 일반적인 사항으로 성별, 키, 연령, 몸무게, 직종 그리고 근무시간에 관한 항목으로 구분하였다.

2차 항목은 근골격계 질환 유발 요인을 측정하기 위한 항목으로 이를 위하여 사용된 측정 변수는 작업시간, 교대근무, 작업경력, 작업방법, 반복성, 부자연스러운 자세, 과도한 힘, 접촉스트레스, 진동, 단조로운 작업, 작업의 힘든 정도, 업무량, 작업방법, 인력의 변화, 단위시간당 생산량 또는 생산속도의 변화, 작업방식과 작업조건의 변화 그리고 경기의 변화이다.

3차 항목은 근골격계 부담 작업의 범위와 그 강도를 측정하였으며, 사용된 범위로는 하루에 총 4시간 이상 집중적으로 자료입력 등을 위해 키보드 또는 마우스를 조작하는 작업, 하루에 총 2시간 이상 목, 어깨, 팔꿈치, 또는 손목 또는 손을 사용하여 같은 동작을 반복하는 작업, 하루에 총 2시간 이상 머리 위에 손이 있거나, 팔꿈치가 어깨위에 있거나, 팔꿈치를 몸통으로부터 들거나, 팔꿈치를 몸통 뒤쪽에 위치하도록 하는 상태에서 이루어지는 작업, 지지되지 않은 상태이거나 임의로 자세를 바꿀 수 없는 조건에서, 하루에 총 2시간 이상 목이나 허리를 구부리거나 트는 상태에서 이루어지는 작업, 하루에 총 2시간 이상 쪼그리고 앉거나 무릎을 굽힌

자세에서 이루어지는 작업, 하루에 총 2시간 이상 지지되지 않은 상태에서 1kg 이상의 물건을 한손의 손가락으로 집어 옮기거나, 2kg 이상에 상응하는 힘을 가하여 한손의 손가락으로 물건을 쥐는 작업, 하루에 총 2시간 이상 지지되지 않은 상태에서 4.5kg 이상의 물건을 한손으로 들거나 동일한 힘으로 쥐는 작업, 하루에 10회 이상 25kg 이상의 물체를 드는 작업, 하루에 25회 이상 10kg 이상의 물체를 무릎 아래에서 들거나, 어깨 위에 들거나, 팔을 뻗은 상태에서 드는 작업, 하루에 총 2시간 이상, 분당 2회 이상 4.5kg 이상의 물체를 드는 작업 그리고 하루에 총 2시간 이상 시간당 10회 이상 손 또는 무릎을 사용하여 반복적으로 충격을 가하는 작업으로 총 11개의 범위를 설정하고 그에 따른 강도를 측정하였다.

## 2. 분석 방법

본 연구에 사용된 설문서(첨부)는 현장 작업자들이 평상시 실제 작업중 느끼는 직·간접적인 경험을 토대로 작성되었고 내용도 간략하게 단문으로 구성하였으며, SPSS 18을 활용하여 분석하였다.

분석 방법으로는 설문조사 결과에 대한 가장 중요한 기초정보를 제공해주는 빈도분석(Frequency Analysis) 및 분산분석을 실시하여 평상시 뿐 아니라 현장경험에서 나타나는 근골격계 질환 요인을 파악하고 근골격계 질환에 가장 많은 영향을 미치는 요인을 분류하였다.

또한, 근골격계 부담 작업의 범위에 관한 강도를 측정하고 질환 요인 간 상관관계를 검증하였다. 그 결과를 토대로 응답자의 연령, 직종, 근무시간에 관한 통계변수를 처리하기 위하여 교차분석(Cross-Tabulation Analysis)을 실시하였다.

Table 3-1. 근골격계 질환 유발 요인을 측정하기 위한 변인구성

구분	평가영역	요인	문항번호
1차 항목	개인적특성	키	A02
		연령	A03
		몸무게	A04
2차 항목	직업적특성	작업시간	A07
		교대근무	A08
		작업경력	A09
	인간공학적특성	작업방법	A10
		반복성	A11
		부자연스러운 자세	A12
		과도한 힘	A13
		접촉스트레스	A14
		진동	A15
	정신적요인	단조로운작업	A16
		작업의 힘든정도	A17
		업무량	A18
		작업방법	A19
	사회적요인	인력의 변화	A20
		단위시간당 생산량 또는 생산속도의 변화	A21
작업방식과 작업조건의 변화		A22	
경기의 변화		A23	
평가요인			문항번호
3차 항목	하루에 총 4시간 이상 집중적으로 자료입력 등을 위해 키보드 또는 마우스를 조작하는 작업		B01
	하루에 총 2시간 이상 목, 어깨, 팔꿈치, 또는 손목 또는 손을 사용하여 같은 동작을 반복하는 작업		B02
	하루에 총 2시간 이상 머리 위에 손이 있거나, 팔꿈치가 어깨위에 있거나, 팔꿈치를 몸통으로부터 들거나, 팔꿈치를 몸통 뒤쪽에 위치하도록 하는 상태에서 이루어 지는 작업		B03
	지지되지 않은 상태이거나 임의로 자세를 바꿀 수 없는 조건에서, 하루에 총 2시간 이상 목이나 허리를 구부리거나 트는 상태에서 이루어지는 작업		B04
	하루에 총 2시간 이상 쪼그리고 앉거나 무릎을 굽힌 자세에서 이루어지는 작업		B05
	하루에 총 2시간 이상 지지되지 않은 상태에서 1kg 이상의 물건을 한손의 손가락으로 집어 옮기거나, 2kg 이상에 상응하는 힘을 가하여 한손의 손가락으로 물건을 쥐는 작업		B06
	하루에 총 2시간 이상 지지되지 않은 상태에서 4.5kg 이상의 물건을 한손으로 들거나 동일한 힘으로 쥐는 작업		B07
	하루에 10회 이상 25kg 이사의 물체를 드는 작업		B08
	하루에 25회 이상 10kg 이상의 물체를 무릎 아래에서 들거나, 어깨 위에 들거나, 팔을 뻗은 상태에서 드는 작업		B09
	하루에 총 2시간 이상, 분단 2회 이상 4.5kg 이상의 물체를 드는 작업		B10
	하루에 총 2시간 이상 시간당 10회 이상 손 또는 무릎을 사용하여 반복적으로 충격을 가하는 작업		B11

## 제2절 근골격계 유해요인조사 인식수준 실태분석

본 절의 실태 분석은 유해요인조사 혹은 근골격계 질환을 예방하기 위한 또 다른 평가 기법에 관하여 작업자들의 인식 및 필요 수준을 조사하고, 유해요인조사 혹은 다른 평가 기법의 문제점에 대하여 확인해 본다. 또한 기존의 도구들에 대한 신뢰성을 확인해 보고 본 논문이 제안하는 부담지수 정량화 평가기법에 대한 적절성과 필요성을 확인해 본다.

### 1. 조사 개요

본 실태 조사를 통하여 제조업관련 특히나 전자 업종 관련 기업에서 근무하는 근로자들이 관련 법규에 따른 유해요인 조사에 대하여 어느 정도 인식하고 있는지를 확인해 봄으로써 현 유해요인 조사의 문제점과 개선점을 도출하고 더욱 나은 유해요인 조사를 위한 정량적 방안을 제안하고자 한다.

근골격계 질환 예방을 위한 작업관련 유해 요인들의 평가항목과 기준에 대한 조사의 신뢰성 그리고 위험성 평가의 필요성에 대한 자료를 국·내외 문헌 조사를 실시한 결과를 바탕으로 국내 전자업종에 근로하는 근로자들이 소속되어있는 기관 별, 직위별 그리고 근무 경력별로 유해요인조사에 대한 인식 수준을 측정하고자 한다.

조사 대상은 국내의 전자업종에 근로하는 사업주(공장장)및 부서장급의 중간관리자, 현장 기술직 혹은 생산직 그리고 안전보건관리자를 대상으로 조사하였으며 필요한 경우 사업장 방문조사를 실시하였다.

위 결과를 토대로 새로운 유해도 평가 기법인 부담지수 정량화 평가기법에 포함될 평가항목들에 대한 기초 조사들을 실시하였고 기존의 틀을 크게 벗어나지 않으며 근로자들이 원하는 유해요인 조사를 실시 할 수 있도록 개선시켜 나가는 방향으로 결과를 도출 하였다.

자료수집 방법은 2011년 3월 7일부터 3월 18일까지 12일간 직접배포 설문방법으로 350명에게 무작위로 조사 참여 요청을 하였으며 부정확한 응답은 직접 면담을 통하여 추가 질문을 하였다. 설문대상자 350명중 242명이 설문조사에 참여(응답률 70.7%)하였다.

## 2. 설문 구성 및 척도

현행 분석 기법과 전자업종 부담지수 정량화 도구에 대한 적절성과 신뢰성을 알아보고 실제 근골격계 부담 작업 유해요인 조사에 대한 필요수준을 측정해 보기 위한 설문항목의 구성은 Table 3-2에 나타낸 바와 같이 크게 두 부분으로 설정하였다.

첫 번째 구성항목은 기존의 유해요인 조사방법과 전자업종 부담지수 정량화 도구에 대한 적절성과 신뢰성을 확인하기 위한 항목으로 인식수준을 알아보기 위한 항목 5가지와 문제점 도출을 위한 항목 3가지로 구성되어 있으며, 두 번째 구성 항목은 근골격계 부담 작업 유해요인 조사에 대한 필요수준을 측정하기 위한 항목으로 총 6가지 항목으로 구성되어 있다. 위 두 가지 구성항목을 이용하여 새로운 부담지수 정량화 도구에 대한 적절성을 확인하고자 한다.

Table 3-2. 유해요인조사 인식수준을 측정하기 위한 설문 구성

구분	평가영역	요인	문항번호
1차 항목	인식도	유해요인조사 경험 유해요인조사 인식 근골격계 부담 작업 인식 인간공학적 평가기법 인식 유해도 평가 적용방법 인식	A04 A05 A06 A07 A08
	문제점도출	기존 기법의 문제점 유해요인조사 필요성 유해요인조사 주기	A09 A10 A11
2차 항목	필요도	유해요인조사 내용과 수준의 적절성 진과 가능성 예방 의무제도의 필요성 유해요인조사 실시의 효과성 새로운 평가 기법의 필요성 유해도 평가 기준의 적절성	A12 A13 A14 A15 A16 A17

## 3. 분석 방법

본 연구에 사용된 분석 방법은 설문대상자의 일반적 특성을 알아보기 위하여 기초분석방법인 빈도 분석 및 일반적 통계 값을 활용하였으며 근골격계 유해요인조사 관련 인식수준을 측정해 보기 위하여 집단별 평균분석과 사후분석을 통한 집단별 의견 차이를 확인해 보았다.

또한 유해요인조사 혹은 이와 비슷한 성질의 조사활동의 필요성에 대하여 알아보기 위하여 문항별 빈도 분석을 실시하였으며 유해요인조사의 필요성에 영향을 미치는 변인들을 확인해 보기 위하여 다변량 회귀 분석을 실시하였다.

### 제3절 유해요인조사의 정의 및 시행 방법

유해요인 조사라 함은 근골격계 질환 발생을 예방하기 위해 근골격계 부담 작업이 있는 부서나 작업장의 유해요인을 제거 하거나 감소시키기 위한 조사를 말한다. 유해요인조사는 산업안전보건법 24조, 시행규칙 143조에 의거 사업주가 근골격계 부담 작업에 근로자를 종사하도록 하는 경우에 3년마다 유해요인조사를 실시하도록 하고 있다. 다만 신설되는 사업장의 경우 신설 일부터 1년 이내에 최초의 유해요인조사를 실시하도록 하고 있다.

조사하는 방법으로는 산업안전공단 기술지침 “근골격계 부담 작업 유해요인조사 지침 (KOSHA CODE H-30-2003)”의 유해요인 기본조사표<sup>23)</sup>를 이용하여 작업장 상황조사나 작업조건을 조사하고 동 지침의 근골격계 질환 증상조사표<sup>24)</sup>를 이용하여 근골격계 질환의 증상과 징후를 조사하게 된다.

부담인자별 유해요인조사는 Fig. 3-1에서 정하는 바와 같이 유해요인 기본조사, 근골격계 질환 증상조사와 유해도 평가로 이루어지며, 유해요인 조사결과에 따라 개선우선 순위결정, 개선대책 수립과 실시 등의 유해요인관리와 개선효과평가의 순서로 진행된다.

유해요인 조사방법은 근로자와의 면담, 증상설문조사, 인간공학적 측면을 고려한 조사 등 적절한 방법으로 하여야 한다. 유해요인조사 내용은 작업설비, 작업량, 작업속도 및 업무의 변화 여부 등 작업장 상황과 작업자 측면의 작업시간, 작업 자세, 작업방법 등 작업조건을 조사하고, 해당 작업공정별 작업부하와 작업빈도에 따라 총 점수(작업강도)로 평가한다. 평가결과 총점수가 높은 작업 순서대로 개선우선순위를 선정하여 유해요인 및 유해요인의 원인을 파악한다. 그리고 유해요인 조사를 실시하기 위해서는 먼저 유해요인 조사를 위한 대상이 어떠한 집단인지 알아 볼 필요가 있다.

23) KOSHA CODE H-30-2003(근골격계 부담 작업 유해요인조사 지침) 기본조사표

24) KOSHA CODE H-30-2003(근골격계 부담 작업 유해요인조사 지침), 증상조사표

전자업종의 경우 작업의 성격은 크게 정적 작업과 비정적 작업이 있을 수 있다. 정적작업이란 발을 이동하지 않고 고정자세로 신체의 일부분만을 반복적으로 사용하거나 아니면 정적인 자세를 유지하면서 검사하는 등의 작업을 하는 등 대부분 대기업에서 행해지고 있는 작업의 형태이고, 비 정적작업은 비교적 활동적인 작업 형태이며 동작의 범위가 넓고 고정된 자세가 아니라 작업의 자세가 바뀌고 움직임이 요구되는 작업의 형태이다.

본 연구는 제조업 내 전자업종의 유해요인조사를 실시했으며, 전자업종의 특징인 정적작업과 비정적 작업을 고려하여 결과에 반영하였다.

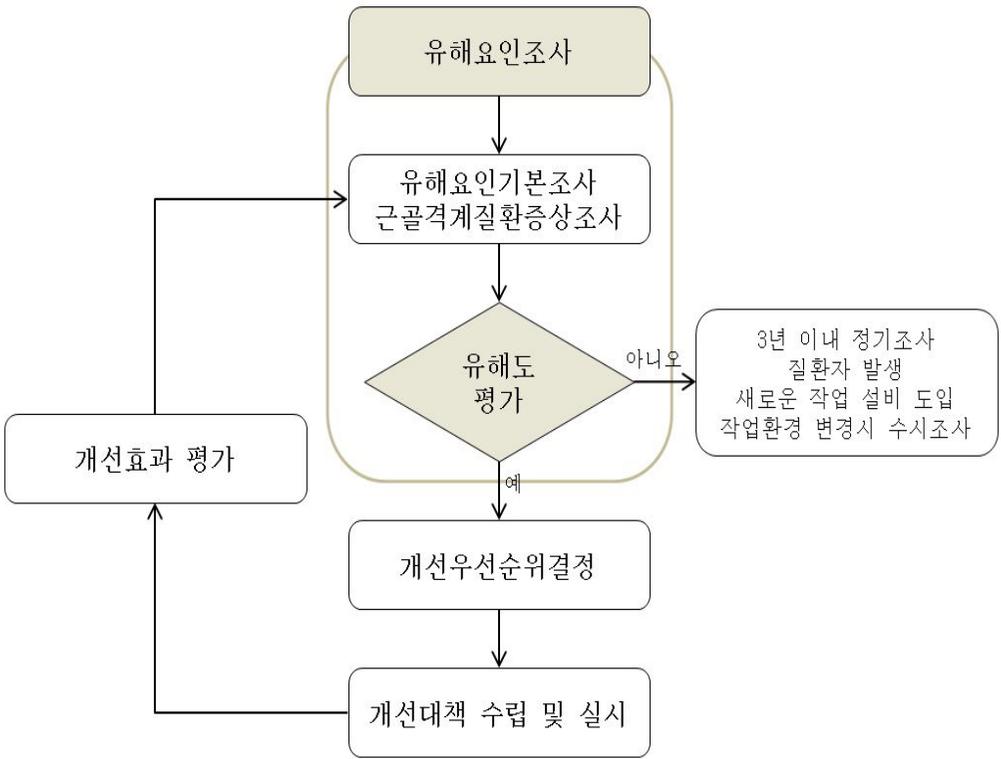


Fig. 3-1. 유해요인조사 흐름도

## 제4장 결과 및 고찰

### 제1절 전자업종 근로자 설문대상자의 일반적 특성

광주 전남 전자업종 근로자 대상 설문을 활용한 빈도분석을 실시한 결과 설문 대상자의 일반적인 특성은 다음의 Table 4-1과 같다.

Table 4-1. 설문 대상자의 일반적 특성

구분	유형 (%)				
성별	남자 180 (84.9%)			여자 32 (15.1%)	
키	165cm미만 1 (0.5%)	165~170 24 (11.3%)	170~175 89 (42%)	175~180 85 (40.1%)	180cm이상 13 (6.1%)
나이	20미만 28 (13.2%)	20~30 62 (29.2%)	30~40 76 (35.8%)	40~50 42 (19.8%)	50이상 4 (1.9%)
몸무게	60kg미만 0 (0%)	60~70kg 20 (9.4%)	70~80kg 89 (42%)	80~90kg 84 (39.6%)	90kg이상 19 (9%)
직무형태	작업 136 (64.2%)		관리 21 (9.9%)	지원 55 (25.9%)	
근무경력	9시간미만 13 (6.1%)	9~10 49 (23.1%)	10~11 50 (23.6%)	11~12 29 (13.7%)	12시간 이상 71 (33.5%)

전자업종 내 근로격계 질환을 유발하는 개인적 요인 중 성별을 보면 남자가 84.9% 여자가 15.1% 이었으며, 키는 170cm~108cm인 대상자가 82.1%로 대부분을 차지했다. 나이는 연령대별로 골고루 분포함을 알 수 있으나 20~40대 까지가 65%로 대부분의 대상자는 연령대가 높지 않음을 알 수 있다. 몸무게는 70~80kg이 42% 이었으며 80~90kg이 39.6%였다. 설문대상자 대부분이 남자인 관계로 평균 몸무게가 80kg전·후 임을 알 수 있다. 직무형태로 보면 작업은 생산직을 의미하며, 설문대상의 대부분인 64.2%였으며, 관리자 이상을 의미하는 관리는 9.9%였고 생산직을 지원하는 부서에서 근무하는 근로자들은 25.9%였다. 근무 경력을 보면 9~10시간이 23.1%, 10~11시간이 23.6%, 11~12시간이 13.7% 그리고 12시간이상이 33.5% 이었다.

## 제2절 근골격계 질환 발생 요인

근골격계 질환 발생요인에 대하여 알아보기 위하여 설문도구의 신뢰성 및 타당도를 확인하기 위하여 신뢰성 분석 및 요인분석을 실시하였다.

### 1. 신뢰도 및 타당도

근골격계 질환발생 요인에 관한 변수는 전자업종 근골격계 질환의 특성에서 알아본 선행논문을 통해서 분류된 변수들로 구성하였으며, 변수로는 직업적 특성을 측정하기 위한 작업시간, 교대근무 그리고 작업경력 변인이 있으며, 인간공학적 특성으로 작업방법, 반복성, 부자연스러운 자세, 과도한 힘, 접촉스트레스 그리고 진동 변인이 있다.

정신적 요인 변인으로 단조로운 작업, 작업의 힘든 정도, 업무량 그리고 작업방법 변인이 있으며, 사회적 요인으로 인력의 변화, 단위시간당 생산량 또는 생산속도의 변화, 작업방식과 작업조건의 변화 그리고 경기의 변화 변인이 있다. 위의 추상적 개념 변인들을 실제로 측정도구에 의해 적절하게 측정되었는지에 관한 구성 타당도를 확인하기 위하여 요인 분석을 실시하였다.

다음의 Table 4-2는 주성분 분석을 이용한 요인분석을 실시하여 도출한 변인들의 설명된 총 분산이다. 또한 각 성분들 간 해석을 용이하게 하기 위하여 성분들 간 직각회전방법인 Varimax rotation을 이용한 성분회전을 실시하여 각 성분들 간 독립성이 유지된다.

회전된 성분들의 고유치를 살펴보면 성분1의 고유치는 3.585%이며 설명력은 21.088%이다. 성분2의 고유치는 2.962이고, 설명력은 2.962이며, 성분3의 고유치는 2.751로 설명력은 16.184%이다. 마지막으로 성분4의 고유치는 2.396이며, 설명력은 14.093%로써 총 17개의 변인들에 대한 타당도를 실시해 본 결과 성분4개로 축약됨을 알 수 있고, 이 4개의 성분을 이용한 총 분산력은 68.787%임을 알 수 있다.

각 성분들의 회전된 성분 행렬은 Table 4-3에 나타내었다. Table 4-2에서 살펴본 성분1은 반복성, 작업방법, 진동, 접촉스트레스, 부자연스러운 자세 그리고 과도한 힘 변인이 포함된 성분임을 알 수 있고, 이는 초기 설문구성을 하였을 때 의도했던 인간공학적 특성으로 나타낼 수 있음을 증명한다.

성분2는 방식 혹은 조건의 변화, 생산량 또는 속도의 변화, 경기의 변화 그리고 인력의 변화임을 알 수 있고, 사회적 요인으로 표현될 수 있다. 성분3은 업무량, 단

조로운 작업, 작업방법 그리고 작업의 힘든 정도 변인으로 구성되어 있음을 알 수 있고, 이 변인들을 정신적 요인이라 함이 타당하다 할 수 있다. 마지막으로 성분4는 작업경력, 교대근무 그리고 작업시간 변인으로 구성되었으며 직업적 특성요인임을 확인 할 수 있다.

Table 4-2. 근골격계 질환 유발 요인 측정 변인에 대한 요인분석 총분산

성분	설명된 총분산								
	초기 고유값			추출 제곱합 적재값			회전 제곱합 적재값		
	합계	%분산	%누적	합계	%분산	%누적	합계	%분산	%누적
1	7.227	42.510	42.510	7.227	42.510	42.510	3.585	21.088	21.088
2	1.966	11.563	54.074	1.966	11.563	54.074	2.962	17.422	38.510
3	1.359	7.992	62.066	1.359	7.992	62.066	2.751	16.184	54.694
4	1.143	6.722	68.787	1.143	6.722	68.787	2.396	14.093	68.787
5	.745	4.380	73.167						
6	.648	3.814	76.981						
7	.541	3.180	80.162						
8	.477	2.804	82.966						
9	.439	2.580	85.545						
10	.389	2.286	87.831						
11	.377	2.217	90.048						
12	.357	2.100	92.149						
13	.319	1.875	94.023						
14	.290	1.707	95.731						
15	.264	1.550	97.281						
16	.256	1.505	98.786						
17	.206	1.214	100.000						

추출 방법: 주성분 분석.

Table 4-3. 근골격계 질환 유발 요인 측정 변인에 대한 회전된 성분행렬

구분	회전된 성분행렬 <sup>a</sup>				
	요인	성분			
		1	2	3	4
인간 공학적 특성	반복성	<b>.785</b>	.120	.194	-.102
	작업방법	<b>.784</b>	.215	.098	.058
	진동	<b>.712</b>	.144	.233	.247
	접촉스트레스	<b>.659</b>	.221	.165	.352
	부자연스러운 자세	<b>.619</b>	.279	.273	.085
	과도한 힘	<b>.584</b>	.197	.413	-.013
	사회적 요인	방식 혹은 조건의 변화	.241	<b>.845</b>	.148
생산량 또는 속도의 변화		.148	<b>.801</b>	.239	.141
경기의 변화		.250	<b>.784</b>	.047	.295
인력의 변화		.261	<b>.705</b>	.284	.137
정신적 요인	업무량	.150	.231	<b>.778</b>	.135
	단조로운 작업	.361	.239	<b>.749</b>	.024
	작업방법	.146	.062	<b>.734</b>	.288
	작업의 힘든정도	.427	.176	<b>.659</b>	.082
직업적 특성	작업경력	.008	.173	.120	<b>.844</b>
	교대근무	.001	.224	.076	<b>.827</b>
	작업시간	.350	.150	.238	<b>.730</b>

요인추출방법:주성분분석.

회전 방법: Kaiser 정규화가 있는 베리맥스.

다음의 Table 4-4는 근골격계 질환 발생 요인을 측정하기 위한 설문도구에 대한 신뢰도를 측정하기 위하여 Cronbach의 알파값을 이용하여 각 문항들에 대한 신뢰도 계수를 분석하였다.

Table 4-4. 근골격계 질환 유발 요인 측정 변인에 대한 항목 총 통계량

요인	변인	항목이 삭제된 경우 척도 평균	항목이 삭제된 경우 척도 분산	항목이 삭제된 경우 Cronbach 알파
직업적 특성	작업시간	8.29	1.887	.795
	교대근무	8.14	1.927	.714
	작업경력	8.00	1.783	.728
인간공학적 특성	작업방법	16.96	10.420	.825
	반복성	17.12	10.555	.828
	부자연스러운 자세	16.91	11.424	.833
	과도한 힘	16.82	11.443	.837
	접촉스트레스	16.76	11.222	.835
	진동	16.84	11.426	.827
정신적 요인	단조로운작업	11.01	3.986	.753
	작업의 힘든정도	11.03	4.289	.787
	업무량	10.95	4.160	.788
	작업방법	10.88	4.375	.818
사회적 요인	인력의 변화	11.01	4.462	.868
	생산량 또는 속도의 변화	10.96	4.151	.844
	방식 혹은 조건의 변화	10.93	4.143	.814
	경기의 변화	10.89	4.520	.841

총 17문항에 관한 신뢰도 측정데이터 통계량을 살펴보면, 항목이 삭제된 경우 척도 평균에서 알 수 있듯이 각 항목을 삭제 하더라도 평균값의 변화는 그 변화가 미미함을 알 수 있다.

또한 항목이 삭제된 경우의 Cronbach의 알파값도 일정한 수준임을 확인 할 수 있다. 그리고 Cronbach의 알파값은 교대근무변인을 삭제하였을 경우 0.714로 가장 낮은 신뢰계수를 갖음을 알 수 있고 전체적인 신뢰수준으로 본다면 꽤 신뢰할만한 설문 문항들로 구성 되었다고 할 수 있다.

## 2. 근골격계 질환 발생요인 집단별 비교

### 가. 연령별 집단비교

Fig. 4-1에 개인적 특성별 근골격계 질환요인인 연령에 대한 집단별 비교를 실시한 후 확인해보기 위한 집단 간 비교분석표를 나타내었다.

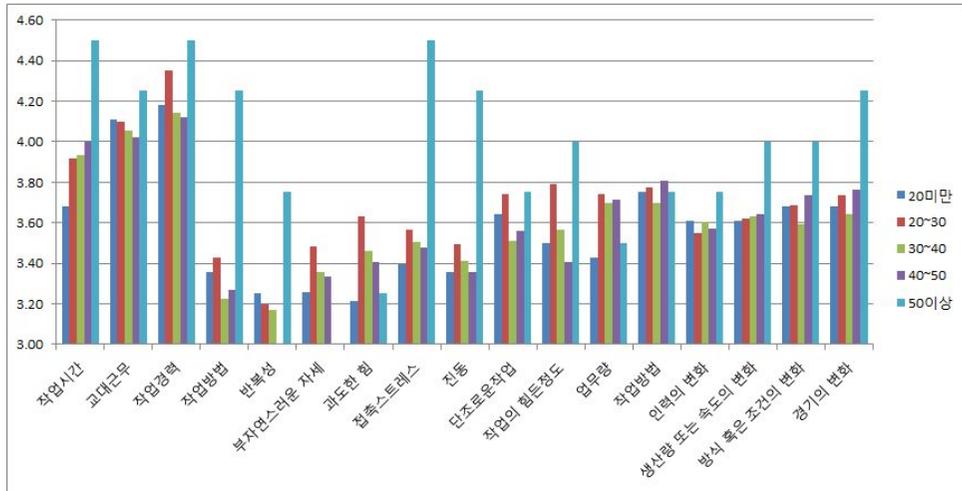


Fig. 4-1. 근골격계 질환 유발 요인에 대한 연령별 집단비교

연령별 각 변인에 관한 차이는 그리 크지 않으나 50대 이상 대상자들은 부자연스러운 자세, 과도한 힘, 단조로운 작업, 업무량 그리고 작업방법을 제외한 나머지 변인에서 연령별 차이가 있음을 확인할 수 있다.

Table 4-5에 연령별 차이로 인한 변인점수에 대한 평균차를 나타내었는데 Fig.4-1과 비교해 보면 다른 연령대에 비하여 50대 이상 설문 대상자들이 이질적인 상태에 놓여 있음을 알 수 있고, 각 변인에 대한 연령별 유의미한 평균 차이를 확인해 보면 작업방법의 경우 50대 이상이 30대 대상자 보다 1.026낮았으며, 접촉스트레스 변인의 경우 50대 이상이 20대 미만에 비하여 1.107만큼 낮음을 알 수 있다. 진동변인의 경우 50대 이상이 20대 미만 대상자에 비하여 0.893만큼 낮았음을 알 수 있고, 작업의 힘든 정도는 20대에 비하여 50대 이상 대상자들이 0.386만큼 수준 낮은 의미 있는 차이를 보이고 있음을 알 수 있다.

즉 50대 이상 설문 대상자들은 작업방법, 접촉 스트레스, 진동 그리고 작업의 힘든 정도에 대하여 취약함을 알 수 있고, 위 언급된 변인들로 인한 근골격계 유발 가능성이 더 높다는 것을 확인 할 수 있다.

Table 4-5. 연령별 집단 비교 시 유의미한 평균의 차 변수표

종속 변수	구분		평균차 (I-J)	표준 오차	유의 확률	하한값	상한값
	I	J					
작업방법	30~40	50이상	-1.026*	.485	.036	-1.98	-.07
접촉스트레스	20미만	50이상	-1.107*	.453	.015	-2.00	-.21
진동	20미만	50이상	-.893*	.416	.033	-1.71	-.07
작업의 힘든정도	20~30	40~50	-.386*	.157	.015	.08	.70

\*, 평균차는 0.05 수준에서 유의합니다.

### 나. 몸무게별 집단비교

Fig. 4-2에 근골격계 질환발생요인인 몸무게에 대한 집단별 비교를 실시한 후 확인해보기 위한 집단 간 비교분석표를 나타내었다. 80kg 이상은 물론이지만 90kg 이상인 설문 대상자들이 거의 모든 근골격계 질환발생 요인에 있어서 다른 대상들과 차이를 나타냄을 확인 할 수 있다.

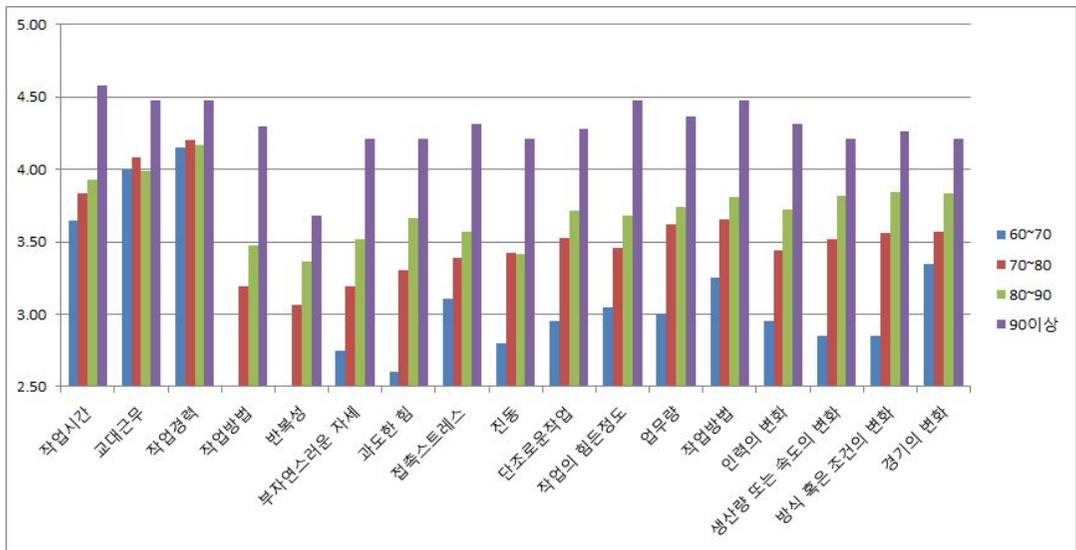


Fig. 4-2. 근골격계 질환 유발 요인에 대한 몸무게별 집단비교

Table 4-6에 몸무게별 차이로 인한 변인점수에 대한 평균차를 나타내었다. 몸무게별 유의수준 0.01 미만에서 유의미한 평균에 차이를 나타내는 집단 간 평균차를 확인해 보면 모든 근골격계 질환발생 변인에서 몸무게가 90kg 이상인 집단이 비교적 평균이라 할 수 있는 몸무게 평균집단인 60~70kg 대상에 비하여 1.2정도의 평균

의 차이가 있음을 알 수 있고, 조금 더 낮은 수준의 상태에 놓여 있음을 나타낸다. 즉 90kg이상 설문 대상자들은 거의 모든 근골격계 질환발생 유발 요인에 대하여 아주 취약하다 할 수 있고, 근골격계 유발 가능성이 더 높다는 것을 확인 할 수 있다.

Table 4-6. 몸무게별 집단 비교시 유의미한 평균의 차 변수표

종속 변수	구분		평균차 (I-J)	표준 오차	유의 확률	하한값	상한값
	I	J					
작업시간	60~70	90이상	-.929*	.245	.000	-1.41	-.45
교대근무	80~90	90이상	-.486*	.180	.008	-.84	-.13
작업방법	60~70	90이상	-1.794*	.286	.000	-2.36	-1.23
반복성	60~70	90이상	-1.434*	.287	.000	-2.00	-.87
부자연스러운 자세	60~70	90이상	-1.461*	.233	.000	-1.92	-1.00
과도한 힘	60~70	90이상	-1.611*	.234	.000	-2.07	-1.15
접촉스트레스	60~70	90이상	-1.211*	.263	.000	-1.73	-.69
진동	60~70	90이상	-1.411*	.232	.000	-1.87	-.95
단조로운작업	60~70	90이상	-1.328*	.251	.000	-1.82	-.83
작업의 힘든정도	60~70	90이상	-1.424*	.233	.000	-1.88	-.96
업무량	60~70	90이상	-1.368*	.249	.000	-1.86	-.88
작업방법	60~70	90이상	-1.224*	.249	.000	-1.71	-.73
인력의 변화	60~70	90이상	-1.366*	.237	.000	-1.83	-.90
생산량 또는 속도의 변화	60~70	90이상	-1.361*	.250	.000	-1.85	-.87
방식 혹은 조건의 변화	60~70	90이상	-1.413*	.233	.000	-1.87	-.95
경기의 변화	60~70	90이상	-.861*	.226	.000	-1.31	-.41

\*. 평균차는 0.05 수준에서 유의합니다.

## 다. 집단 간 비교

Fig. 4-3에 근골격계 질환발생요인인 직업군에 대한 집단별 비교를 실시한 후 확인해보기 위한 집단 간 비교분석도표에 나타난 바와 같이 관리직급에 있는 설문 대상자들이 생산량 또는 속도의 변화나 방식 혹은 조건의 변화 그리고 경기의 변화 변인인 사회적 요인을 제외한 변인들에서 다른 대상들과 차이를 나타냄을 확인할 수 있다.

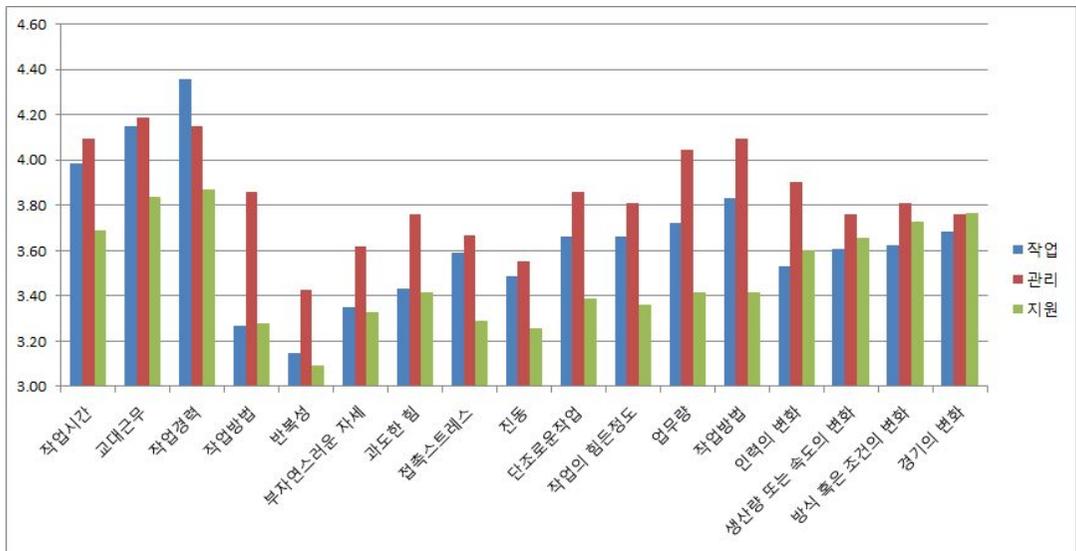


Fig. 4-3. 근골격계 질환 유발 요인에 대한 직군간 집단비교

Table 4-7은 직업군별 차이로 인한 변인점수에 대한 평균차를 확인해 보기위한 표이다. 직업군에 대한 집단 간 평균차를 확인해 보면 거의 모든 근골격계 질환발생 변인에서 관리직급이 작업 군 및 지원군 집단에 비하여 평균의 차가 더 높다는 점을 확인할 수 있다. 즉 관리직급 설문 대상자들은 거의 모든 근골격계 질환발생 유발 요인에 대하여 다른 직업군에 비하여 쾌적한 상태임을 확인할 수 있고 작업 방법 변인 그리고 인력의 변화 변인에 관해서만 취약한 상태임을 알 수 있다.

Table 4-7. 직군간 집단 비교시 유의미한 평균의 차 변수표

종속 변수	구분		평균차 (I-J)	표준 오차	유의 확률	하한값	상한값
	I	J					
작업시간	관리	지원	.404*	.200	.045	.01	.80
교대근무	작업	지원	.312*	.113	.006	.09	.53
작업경력	작업	지원	.485*	.122	.000	.25	.73
작업방법	작업	관리	-.590*	.220	.008	-1.02	-.16
접촉스트레스	작업	지원	.302*	.135	.027	.04	.57
단조로운작업	관리	지원	.468*	.209	.026	.06	.88
작업의 힘든정도	관리	지원	.446*	.201	.028	.05	.84
업무량	관리	지원	.629*	.208	.003	.22	1.04
작업방법	관리	지원	.677*	.204	.001	.27	1.08
인력의 변화	작업	관리	-.375*	.187	.046	-.74	-.01

\*. 평균차는 0.05 수준에서 유의합니다.

### 라. 근골격계 부담 작업의 범위별 강도

Table 4-8에 설문대상이 느끼는 근골격계 부담 작업별 강도를 나타내었다.

응답에서 사용된 요인인 B01 요인은 “하루에 총 4시간 이상 자료입력 등을 위해 키보드 또는 마우스를 조작하는 작업”을 의미하며, B02 요인은 “하루에 총 2시간 이상 목, 어깨, 팔꿈치, 또는 손목 또는 손을 사용하여 같은 동작을 반복하는 작업”을 의미한다. B03 요인은 “하루에 총 2시간 이상 머리 위에 손이 있거나, 팔꿈치가 어깨위에 있거나, 팔꿈치를 몸통으로부터 들거나, 팔꿈치를 몸통 뒤쪽에 위치하도록 하는 상태에서 이루어지는 작업”, B04 요인은 “지지되지 않은 상태이거나 임의로 자세를 바꿀 수 없는 조건에서, 하루에 총 2시간 이상 목이나 허리를 구부리거나 트는 상태에서 이루어지는 작업”, B05 요인은 “하루에 총 2시간 이상 쪼그리고 앉거나 무릎을 굽힌 자세에서 이루어지는 작업”, B06 요인은 “하루에 총 2시간 이상 지지되지 않은 상태에서 1kg 이상의 물건을 한손의 손가락으로 집어 옮기거나, 2kg 이상에 상응하는 힘을 가하여 한손의 손가락으로 물건을 쥐는 작업”, B07 요인은 “하루에 총 2시간 이상 지지되지 않은 상태에서 4.5kg 이상의 물건을 한손으로 들거나 동일한 힘으로 쥐는 작업”, B08 요인은 “하루에 10회 이상 25kg 이상의 물체를 드는 작업”, B09 요인은 “하루에 25회 이상 10kg 이상의 물체를 무릎 아래에서 들거나, 어깨 위에 들거나, 팔을 뻗은 상태에서 드는 작업”, B10 요인은 “하루에 총 2시간 이상, 분단 2회 이상 4.5kg 이상의 물체를 드는 작업”이며 마지막으

로 B11 요인은 “하루에 총 2시간 이상 시간당 10회 이상 손 또는 무릎을 사용하여 반복적으로 충격을 가하는 작업”을 의미한다.

Table 4-8. 근골격계 부담 작업의 범위별 강도

분류 요인	매우 그렇지 않다	그렇지 않다	보통이다	그렇다	매우 그렇다	평균	표준편차
B01	4	8	64	100	36	3.74	.852
B02	0	12	60	113	27	3.73	.753
B03	1	14	66	101	30	3.68	.814
B04	1	10	60	114	26	3.73	.755
B05	1	5	59	116	29	3.80	.720
B06	0	10	67	115	20	3.68	.708
B07	0	11	62	106	33	3.76	.775
B08	1	5	68	113	23	3.72	.705
B09	1	8	62	124	17	3.70	.691
B10	1	13	63	112	22	3.67	.765
B11	1	15	65	110	20	3.63	.772

Table 4-8에서 볼 수 있듯이 각 요인별 평균은 3.63~3.80 으로 큰 차이가 없음을 의미한다. 다시 말하면 각 작업이 평균적인 강도로 분포 되어 있다 할 수 있다. 하지만 곧 모든 작업이 쉬운 상태에 놓여 있다. 라고 할 수 있지 않고, 평균 강도가 근골격계 질환발생을 유발할 수 있는 정도의 평균 강도율을 가진 작업이 될 수도 있음을 내포하고 있다. 다시 말하면 근골격계 질환을 유발하는 강도를 가진 근골격계 부담 작업 이지만 고쳐지지 않는 고질적인 근골격계 유발 작업이라 할 수도 있다.

#### 마. 근골격계 질환 유발요인과 근골격계 부담 작업과의 관계성

Table 4-9에 근골격계 질환발생 요인과 근골격계 부담 작업의 범위별 강도 변인과의 상관성을 알아보기 위해 나타내었다.

사회조사 분석에서 어느 정도 유의미하다 할 수 있는 0.4 이상의 상관력을 갖는 요인들을 살펴보면, 작업시간(0.454), 과도한 힘(0.405), 작업의 힘든 정도(0.424) 그리고 작업방법(0.421) 변인이 B01 요인과 어느 정도 상관관계가 있음을 알 수 있

다. 즉, 작업시간, 과도한 힘, 작업의 힘든 정도 그리고 작업방법 변인이 “하루에 총 4시간 이상 집중적으로 자료입력 등을 위해 키보드 또는 마우스를 조작하는 작업”과 서로 연관성이 있다고 할 수 있다.

부자연스러운 자세(0.406) 그리고 과도한 힘(0.417)변인이 B03 작업 요인과 상관성이 있으며, 과도한 힘(0.479) 그리고 작업의 힘든 정도(0.405) 변인이 B04요인과 상관성이 있다고 할 수 있다. 과도한 힘(0.434) 변수는 B05 요인과 상관성이 있으며 과도한 힘(0.431) 그리고 작업의 힘든 정도(0.440) 변인이 B06 요인과 상관성이 있다고 할 수 있다.

단조로운 작업(0.408), 업무량(0.411), 인력의 변화(0.405), 생산량 또는 속도의 변화(0.441), 방식 혹은 조건의 변화(0.412) 그리고 경기의 변화(0.404) 변인은 B08 요인과 상관성이 있으며 단조로운 작업(0.417) 그리고 작업의 힘든 정도(0.424) 변인이 B10 요인과 상관성이 있다.

마지막으로 작업방법(0.406), 과도한 힘(0.463), 단조로운 작업(0.447), 작업의 힘든 정도(0.423) 그리고 업무량(0.413)변인은 B11 요인과 상관성이 있음을 알 수 있다.

위에서 살펴본 바와 같이 근골격계 부담 작업과 상관성이 있는 요인들을 살펴보면 과도한 힘 변인이 가장 많은 상관성(6개의 부담 작업과의 상관성)을 나타냈으며 작업의 힘든 정도가 부담 작업과의 상관성이 높음을 알 수 있다.

특이할만한 점으로는 단조로운 작업 또한 3가지의 부담 작업과 상관성이 있다. 즉 우리가 흔히 느끼는 단순 반복 작업에서 오는 스트레스가 근골격계 질환을 유발할 가능성이 높다는 점을 상기할 만하다.

마지막으로 상관성이 높은 유발변인들은 육체적인 과도한 힘, 정신적인 작업의 힘든 정도, 그리고 과도한 업무량에서 오는 스트레스가 근골격계 질환을 발생시키는 대표적 변인이라 할 수 있다.

Table 4-9. 근골격계 질환 발생 요인과 근골격계 부담 작업의 상관행렬

비교	Pearson 상관계수										
	B01	B02	B03	B04	B05	B06	B07	B08	B09	B10	B11
작업시간	<b>.454</b>	.338	.248	.249	.381	.293	.278	.362	.277	.357	.333
교대근무	.241	.196	.169	.141	.271	.225	.212	.323	.216	.259	.168
작업경력	.367	.266	.102	.083	.211	.226	.164	.251	.196	.201	.208
작업방법	.246	.142	.307	.313	.322	.276	.197	.256	.209	.393	<b>.406</b>
반복성	.268	.186	.328	.343	.284	.251	.194	.152	.175	.324	.331
부자연스러운 자세	.309	.217	<b>.406</b>	.379	.379	.308	.350	.388	.306	.323	.313
과도한 힘	<b>.405</b>	.278	<b>.417</b>	<b>.479</b>	<b>.434</b>	<b>.431</b>	.324	.373	.330	.387	<b>.463</b>
접촉스트레스	.296	.233	.325	.290	.319	.175	.173	.362	.249	.341	.272
진동	.278	.202	.322	.329	.308	.237	.182	.344	.192	.316	.250
단조로운작업	.395	.313	.340	.336	.259	.342	.314	<b>.408</b>	.327	<b>.417</b>	<b>.447</b>
작업의 힘든정도	<b>.424</b>	.350	.397	<b>.405</b>	.391	<b>.440</b>	.328	.388	.392	<b>.424</b>	<b>.423</b>
업무량	.355	.323	.290	.284	.307	.373	.372	<b>.411</b>	.275	.379	<b>.413</b>
작업방법	<b>.421</b>	.351	.307	.289	.349	.369	.397	.374	.276	.363	.364
인력의 변화	.331	.309	.336	.387	.372	.286	.304	<b>.405</b>	.338	.372	.388
생산량 또는 속도의 변화	.375	.282	.263	.304	.354	.383	.356	<b>.441</b>	.352	.349	.377
방식 혹은 조건의 변화	.347	.258	.332	.345	.351	.331	.328	<b>.412</b>	.365	.380	.380
경기의 변화	.249	.205	.222	.290	.342	.255	.306	<b>.404</b>	.279	.343	.322

. 상관계수는 0.05 수준(양쪽)에서 유의합니다.

### 제3절 유해요인 조사를 통한 전자업종관련 부담인자 선정

#### 1. 유해요인조사 대상 및 분석결과

전자업종 관련 부담인자 선정을 위하여 OO전자 및 하청업체를 대상으로 2011년 4월 4일부터 4월 29일까지 약 한달 간 유해요인조사를 실시하였는데, 유해요인 기본조사 1,800명, 근골격계 질환증상조사 1,400명을 조사하여 유해도 평가를 실시하였으며, 조사결과 OO전자의 근로자에 대한 작업환경 개선이 필요한 두 개의 집단에 대하여 설문한 결과 다음과 같은 상이한 결과가 나왔다.

Table 4-10에 나타낸 바와 같이 정적작업의 경우 작업도구와 설비개선 및 작업대와 작업공간을 개선하길 바랐으나 비정적작업의 경우 환경적 측면인 소음이나 온도의 개선을 요구했고, 휴식의 경우 정적작업은 72%가 휴식부족으로 나왔으나 비 정적작업은 42%만이 부족으로 응답하였다.

그러므로 상지작업과 허리 하지작업을 다르게 적용하고 평가하듯이 근로자들의 개선 요구사항과 불편요소가 다른 상이한 작업형태인 고정적인 정적 작업과 비정적 작업을 평가도구의 축진인자로 추가하였다. 그리고 근골격계 질환의 위험요인에 대한 특징을 파악하기 위해 일반적인 위험요인 즉 무리한 힘, 그리고 반복, 나쁜 자세, 진동, 저온, 접촉 스트레스, 기타 정신물리학적 요인 등에 대한 문헌적 고찰을 활용하였고, 이와 함께 전자업종에 필요한 근골격계 질환위험요인을 도출하는데 기초 자료로 활용하였다.

Table 4-10. 정적작업과 비정적 작업의 개선 요구사항 비교

개선요구 항목	정적작업	비정적작업
작업도구, 설비개선	27 %	19 %
작업대 및 작업공간	24 %	16 %
온도	17 %	21 %
소음	15 %	22 %
작업방법	8 %	6 %
무거운 중량물 취급	6 %	8 %
조명	3 %	8 %
휴식부족	72 %	42 %
작업량 과다	54 %	27 %

유해요인 기본조사표와 증상조사표에 의한 결과를 Table 4-11에 나타낸 바와 같이 각 작업내용에 대하여 5점 척도로 조사 하였으며, 총 점수는 작업부하×작업빈도로 표현되었다. 표에 예시된 내용을 보면 CABI투입, 치수확인, 트러블조치, 용접, 버텀 거치, 파이프 인출 2개소, Loading/unloading, 금형이물관리, 설비관리, BASE 거치 및 임팩트이용 볼트 4개소 체결 등의 작업에서는 12점으로 다른 작업보다 유해도 평가 점수가 높다는 점을 확인할 수 있는데, 위의 작업들이 개선우선 순위 대상에 포함될 수 있다는 점을 의미 한다.

Table 4-11. 유해요인 기본조사표에 의한 조사 예시

N O	작업 내용	작업 부하	작업 빈도	총 점수
1	-CABI투입,치수확인,트러블조치,	3	4	12
2	-CABI SPONGE 7개소부착	2	4	8
3	-핸들 2개소 삽입	2	4	8
4	-F/C 검사,비닐제거,캐비에 체결	2	4	8
5	-전용대차에 용량별분리적재, 외관검사	2	4	8
6	-4개소 스크류 체결	2	4	8
7	-DECO ASSY에 HOT PIPE 거치함	2	4	8
8	-DECO 후크에 H/P 끼우고 알루미늄 테이핑	2	4	8
9	-H/P 부위 알루미늄 테이핑	2	4	8
10	-거치된 I/C 조립후 조립검사.	2	4	8
11	-S/P 대차에서 꺼내어 캡제거 및 I/C PIPE에 삽입	2	4	8
12	-용접	3	4	12
13	-CABI와 DECO 삽입	2	4	8
14	-스크류 2,3개소 고정	2	4	8
15	- 질소 압차검사	2	4	8
16	- 전선정리, 썰링.	2	4	8
17	- I/C 대차 운반	2	4	8
18	- DECO, H/P, C/F, D/L등등 자재운반	2	4	8
19	- 인원관리,공정관리(품질,안전,GWP,SCM등등등)	3	3	9
20	- 버텀 거치, 파이프 인출 2개소	3	4	12
21	- 전선인출/묶음, 버텀 체결.	2	4	8
22	- LOADING/UNLOADING, 금형이물관리, 설비관리.	3	4	12
23	- 전선테이핑제거,밸브체결,레그체결	2	4	8
24	- BASE 거치 및 임팩트이용 볼트 4개소 체결.	3	4	12
25	- 가이드 버텀 체결, DECO-LOW체결,	2	4	8



유해요인 증상조사결과를 살펴보면 근골격계 기본증상에 있어서 작업(일)의 육체적 부담정도는 힘들다 31%, 힘들지 않다 9%, "보통"이라는 응답이 60% 이며, 정신적 부담정도는 힘들다 26% 힘들지 않다 10%, "보통"이라는 응답이 64%로 나타났다.

일이 힘든 주원인은 작업속도 및 작업량(34%), 작업환경(15%), 작업장 설비/도구(12%), 휴식시간(11%)순으로 "작업속도 및 작업량 개선"은 현실적으로 어려움이 있어 나머지 부분에 대한 개선이 필요하나 전체적인 만족도 측면을 고려하면 개선의 효과는 적을 것으로 판단된다.

작업 공간 및 작업대의 만족도는 불만족 17%, 만족 24%, 보통이라는 응답은 59%로 나타났고 작업 공간 확보 및 작업대 개선이 필요한 것으로 예측되어 진다. 작업설비/도구의 만족도는 불만족 18%, 만족 25%, 보통이라는 응답은 57%로 나타났으며, 작업환경의 만족도는 불만족 15%, 만족 27%, 보통이라는 응답이 58%로 나타났고, 부담 작업에 대해 지속적 개선이 필요한 것으로 확인 되었다.

여가 및 취미생활로 주로 컴퓨터 관련 활동(37%), 운동(13%)순으로 48% 정도가 무응답 이었으며, 하루 평균 가사 노동시간은 거의 하지 않는 것으로 거의 하지 않는다(40%), 1시간미만(40%)순 으로 조사 되었다. 의사로부터 질병 진단을 받은 경험이 있다는 응답이 4%로 96% 정도가 건강상에는 문제가 없는 것으로 파악 되었고, 과거 운동 혹은 사고로 치료받은 경험이 있다는 응답이 35%로 손/손가락/손목(9%), 다리/발(8%), 허리(7%), 어깨(4%), 팔/팔꿈치(4%) 순이며, 손/다리/허리부위에 대한 개인관리가 필요하고 65%는 이상이 없다고 응답하였다.

지난 1년 동안 작업과 관련하여 신체부위에 통증이나 불편함을 느낀 부위로는 어깨(양쪽 모두), 손/손목/손가락(양쪽 모두), 다리/발(오른쪽), 팔/팔꿈치(오른쪽)순으로 응답이 가장 많았으며 이에 대한 집중개선이 필요함을 알 수 있다.

근골격계 증상조사표의 각 부위별 통증부위의 비율을 확인하기위해 통증의 구체적 부위에 관한 빈도를 Fig. 4-4에 나타내었다.

근골격계 질환으로 인한 통증은 보통 양쪽 혹은 오른쪽에 나타남을 알 수 있고 상대적으로 왼쪽은 통증이 약하다는 점을 알 수 있다. 이러한 현상은 한국인의 특성상 오른손잡이가 많기 때문인 것으로 파악된다. 다시 말하면 오른쪽 손이나 발을 이용한 작업이 보편화 되어 있기 때문에 반복적이거나 장시간 작업을 했을 시 오른쪽 손과 발에 통증이 증가됨을 나타낸다.

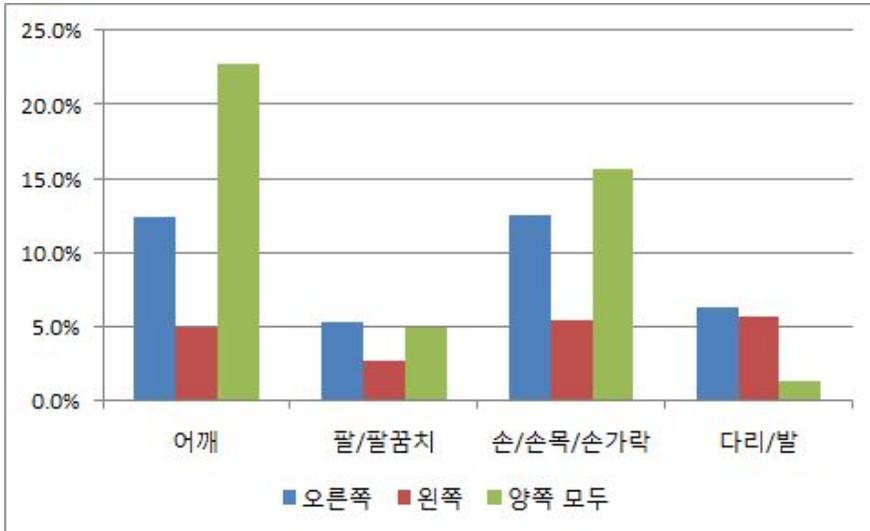


Fig. 4-4. 통증의 구체적 부위에 관한 현황

통증의 지속기간에 관한 비율을 Fig. 4-5에 나타낸 바와 같이 근골격계 통증은 1주일 미만 지속되는 것이 보통이다. 따라서 한번 아프기 시작하면 통증 지속시간은 모두가 1일~1주 정도이므로 작업자 순환 배치 시 참조할 필요가 있음을 확인할 수 있다.

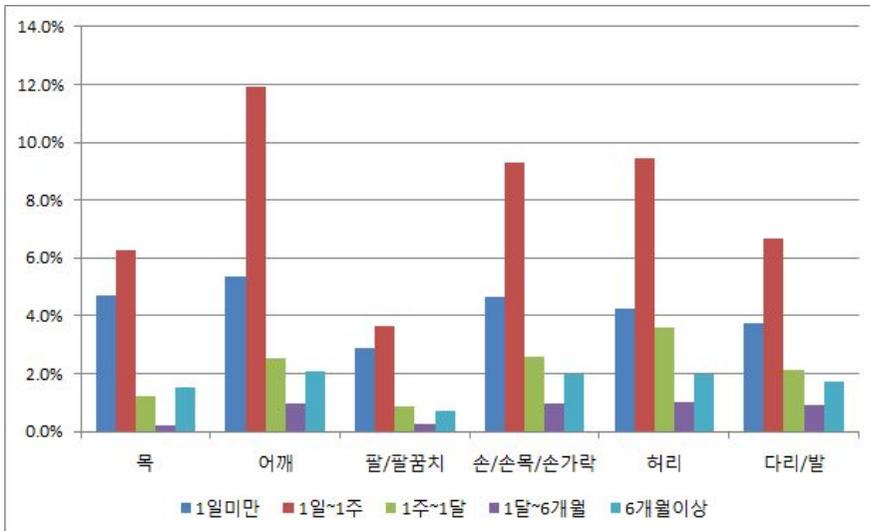


Fig. 4-5. 통증의 지속 기간에 관한 현황

통증의 아픈 정도에 관한 빈도를 Fig. 4-6에 나타낸 바와 같이 한번 아프기 시작하면 통증 정도는 대부분이 중간 통증 이하이나 매우 심한 통증을 호소하는 응답자가 있어 시급한 개선이 필요하다 할 수 있다. 근골격계 질환은 앞에서 살펴본 바와 같이 근골격계 질환 1~2단계 증상에서 예방조치를 취하지 못할 경우 3단계로 진행될 소지가 있으며, 고질적인 근골격계 질환이 발발했을 시 이를 치료하기 위한 시간과 경제적 비용은 더욱 커지게 되기 때문이다.

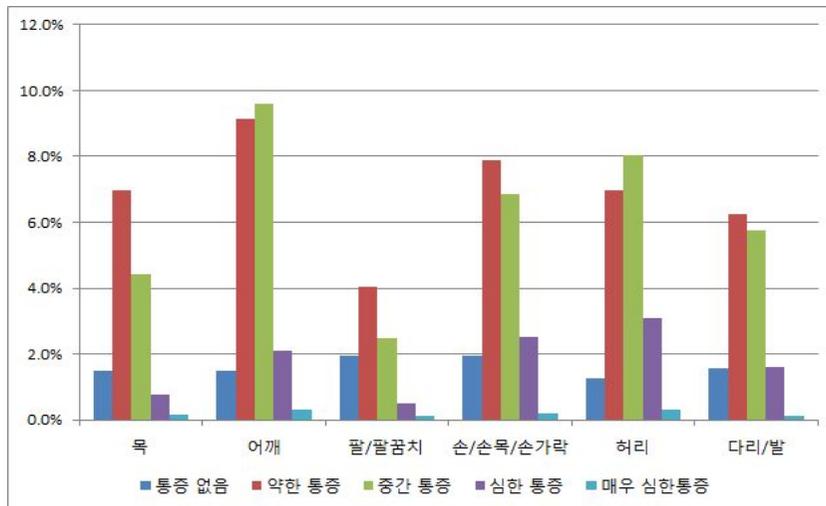


Fig. 4-6. 통증의 아픈 정도

지난 1년간 동일증상 경험주기 빈도를 Fig. 4-7에 나타낸 바와 같이. 지난 일 년 동안 같은 증상 경험주기는 매일(다리/발), 주1번(어깨, 손/손목/손가락, 허리)순으로 응답이 가장 많았으며, 다리/발에 대한 작업개선, 스트레칭실시 그리고 작업순환 등을 통해 집중관리가 필요하다는 걸 알 수 있다.

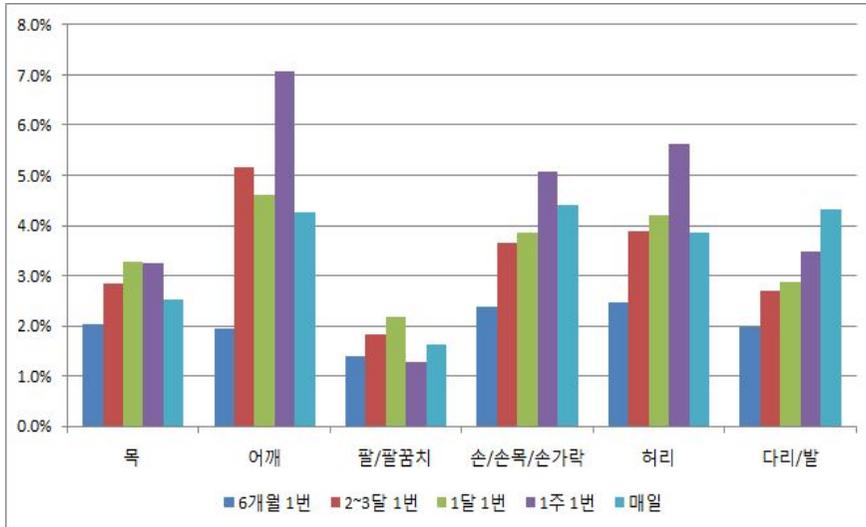


Fig. 4-7. 지난 1년간 동일증상 경험주기 현황

Fig. 4-8에 나타낸 바와 같이 지난 일 년 동안 통증으로 인한 병원치료자가 설문 응답자의 31.1%였으며, 약국이용자7.3%, 병가0.7%, 작업 전환 0.5%순으로 나타났다. 물론 병원이나 약국 등을 통한 치료를 받지 않은 작업자가 대부분이었으나 통증으로 인한 병원 치료가 31%이상이라는 의미는 작업장 내 근골격계 부담을 주는 부담 작업이 많이 산재해 있음을 증명한다고 할 만 하다.

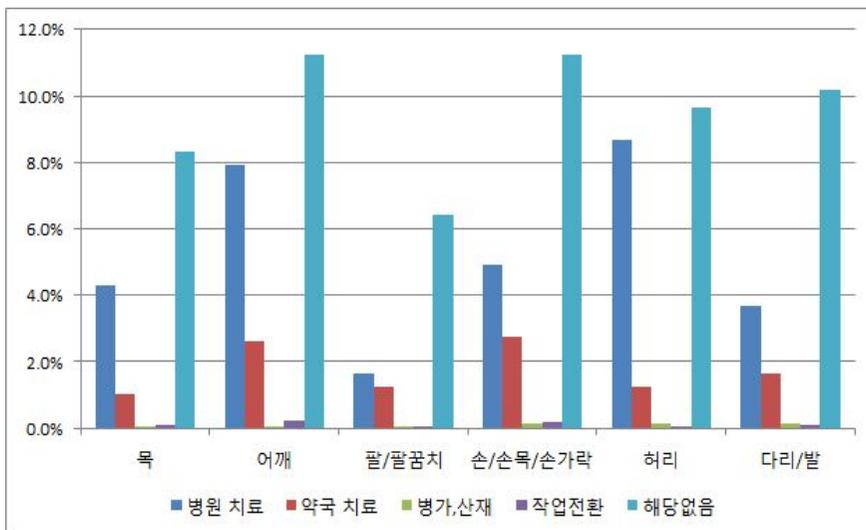


Fig. 4-8. 통증으로 인한 병원치료 현황

일주간 동일 증상 발병에 관한 빈도를 Fig. 4-9에 나타낸 바와 같이 지난 일주일 동안 같은 증상 경험은 어깨, 손/손목/손가락, 허리, 다리/발 부위가 반복적으로 나타나 증상이 가중되고 있는 걸 확인할 수 있다. 동일 증상이 각 부위별로 계속하여 반복적으로 나타난다는 의미는 근골격계 질환 예방 조치 시 적절한 대처를 하지 못하여 지속적으로 근골격계 부담을 주는 작업을 하고 있는 것으로 판단된다.

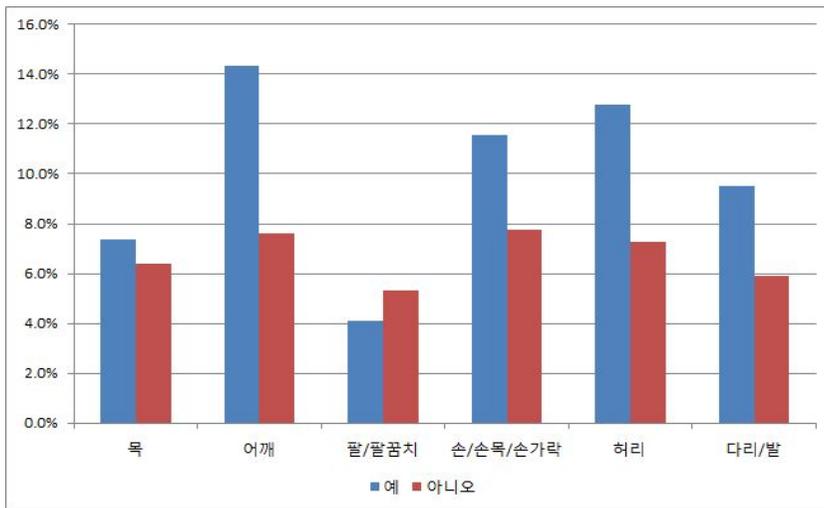


Fig. 4-9. 지난 1주일간 동일 증상

위와 같이 유해요인 조사를 통한 작업장 내 근골격계 부담을 주는 유해인자들에 대한 결과를 종합해 보면 전자업종의 특징인 정적작업이든 비정적 작업이든 관계 없이 휴식이 부족하고 작업량이 과다함을 알 수 있었고, 일이 힘든 주원인으로는 작업속도 및 작업량 때문이며, 작업을 통한 근골격계 통증 유발 시 오른쪽 손과 발에 통증이 가중 되었으며, 통증은 보통은 1주일 미만으로 지속 되었다. 또한 통증 유발 시 1년간 동일증상이 반복되는 빈도가 줄어들지 않고 있어서 부담 작업을 시급히 개선해야 함을 확인 할 수 있었다.

## 2. 유해요인 조사를 통한 전자업종 관련 부담인자

전자업종 내 근골격계 질환을 유발하는 유해요인을 알아보기 위해서 전자업종의 공정 흐름을 확인하는 것은 필수적이다. 전자업종의 경우 작업 Process는 투입, 조

립, 체결, 검사, 포장, 운반 순으로 이루어지는데, 투입과정에서는 외부에서 반입된 자재 및 부품들을 제조, 생산라인으로 이동하는 작업이 주를 이루게 된다.

조립과정에서는 수급된 자재 및 부품들을 제품 설계에 맞게 조립 및 부착 작업 등이 진행된다. 체결과정에서는 조립된 각 부품 및 제품의 사출물 또는 프레스물의 형상을 볼트 혹은 스크류 등을 활용하여 제품을 마무리 하며, 검사과정에서는 제품의 각 기능, 성능을 시험 확인 한다. 포장과정에서는 검사 후 양품으로 판정된 제품을 곁 포장제로 포장하게 된다.

마지막으로 운반 작업에서 포장된 제품을 출하하기 위해 제품 적재 장소 또는 제품 운송차량에 직접 상·하역 작업으로 마무리 하게 된다. 다음의 Table 4-13은 각 공정별 발생 가능한 부담인자를 나타낸다.

Table 4-13. 전자업종내 작업공정별 부담인자

공정		부담인자
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 60px; margin: 0 auto;">투입</div> <div style="text-align: center;">↓</div>	투입	부적절한 자세, 과도한 힘, 반복
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 60px; margin: 0 auto;">조립</div> <div style="text-align: center;">↓</div>	조립	부적절한 자세, 과도한 힘, 반복, 작업의 지속시간, 진동, 날카로운 면과의 반복적인 신체접촉, 류마티스 관절염이나 전신성 루프스 등의 개인 질환, 작업반경
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 60px; margin: 0 auto;">체결</div> <div style="text-align: center;">↓</div>	체결	부적절한 자세, 과도한 힘, 반복, 작업의 지속시간, 진동, 날카로운 면과의 반복적인 접촉, 불충분한 휴식, 작업반경
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 60px; margin: 0 auto;">검사</div> <div style="text-align: center;">↓</div>	검사	진동, 저온, 정신 심리적 요인 및 사회적 요인
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 60px; margin: 0 auto;">포장</div> <div style="text-align: center;">↓</div>	포장	반복, 정신 심리적 요인 및 사회적 요인
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 60px; margin: 0 auto;">운반</div>	운반	과도한 힘, 체격과 체력 등 개인적 요인

유해요인 조사를 통하여 밝혀진 근골격계 질환에 영향을 미치는 부담인자들과 전자업종 내 각 공정별 부담인자를 비교해 보면 Table 4-14와 같다.

Table 4-14. 유해요인 조사결과 전자업종내 부담인자 비율

부담인자		응답자 (%)
1	부적절한 자세	24
2	과도한 힘	22
3	반복	19
4	작업의 지속시간	12
5	진동	10
6	작업반경	3.4
7	날카로운 면과의 반복적인 신체접촉	2.2
8	불충분한 휴식	1.7
9	체격과 체력등 개인적 요인	1.7
10	류마티스 관절염이나 전신성 루프스 등의 개인 질환	1.4
11	정신 심리적 요인 및 사회적 요인	1.4
합계		100

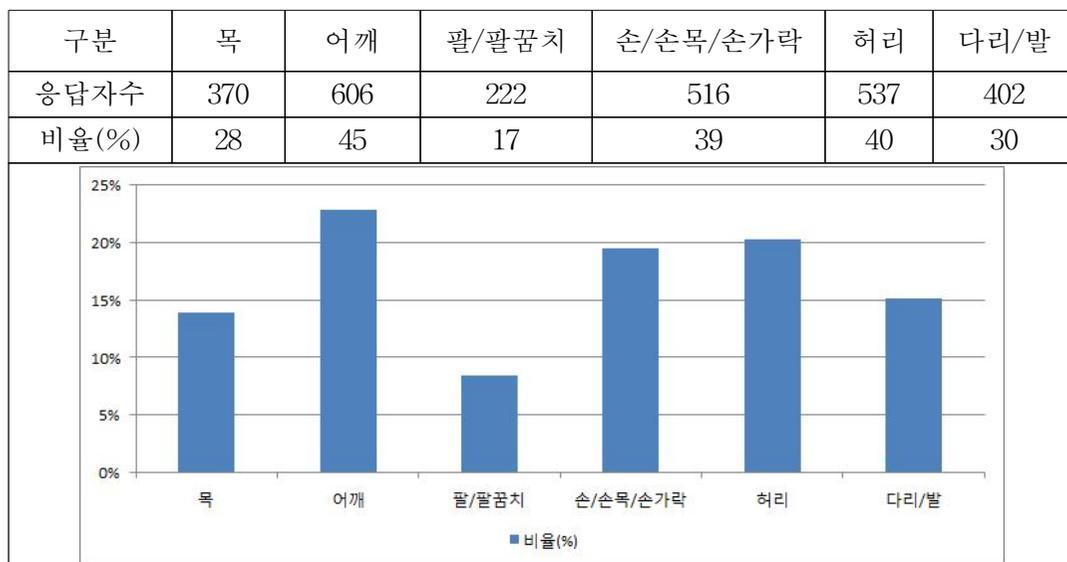
유해요인 조사결과 "부적절한 자세"가 응답자 473명 24%, "과도한 힘"이 응답자 442명 22%, "반복"이 응답자 367명 19%, "작업의 지속시간"이 응답자 238명 12%, "진동"이 응답자 197명 10%, "작업반경"이 응답자 67명 23.4%, "날카로운 면과의 반복적인 신체접촉"이 응답자 42명, 2.2%, "불충분한 휴식"이 응답자 34명 1.7%, "

체격과 체력 등 개인적 요인"이 응답자 33명 1.7%, "류마티스 관절염이나 전신성 루프스 등의 개인 질환"이 응답자 27명 1.4%, "정신 심리적 요인 및 사회적 요인"이 응답자 27명 1.4%로 조사 되었다. 중요한 점은 부적절한 자세, 과도한 힘, 반복, 작업의 지속시간 그리고 진동 유해요인이 전자업종 내 부담인자의 대부분을 차지함을 알 수 있다.

또한, 유해요인 조사 결과를 활용하여 전자 업종 내 작업공정별 부담인자의 특징을 살펴보면 Table 4-15와 같다.

증상조사 전체 응답자 1430명에 대한 분석결과 목통증 호소자는 370명(28%), 어깨통증 호소자는 606명(45%), 팔/팔꿈치 통증 호소자는 222명(17%), 손/손목/손가락 통증 호소자는 516명(39%), 허리 통증 호소자는 537명(40%), 다리/발 통증 호소자는 402명(30%) 나타났다. 또한 목이나 어깨 혹은 허리 등 동시에 다른 부위에 통증이 나타남으로 인하여 응답비율을 100%를 상회함을 알 수 있다.

Table 4-15. 부위별 통증 통계



부적절한자세 부담인자의 경우 전자업종 내에서 지속적으로 불안정한 작업 자세를 취했을 때 근골격계 질환의 빈도가 증가하는 것으로 나타났고, 목을 과도하게 구부릴 경우(45도 이상)또는 옆으로 비트는 자세, 쪼그리고 앉은 자세, 허리의 과도한 신전 및 굴곡, 비틀 등이 질병 발생위험도를 증가시키는 대표적인 부자연스러운

작업 자세라 할 수 있다. 과도한 힘 부담인자의 경우 전자업종 내에서 중량물 취급과 같이 과도한 힘을 요구하는 일은 근육, 건, 인대, 관절에 큰 부담을 주게 되며 취급하는 물체의 중량이 가볍다 하더라도 무게중심까지의 거리가 멀거나 손잡이의 형태가 나쁜 경우에도 신체에 많은 부담을 줄 수 있다.

힘이 들수록 증가된 힘을 유지하는데 필요한 다른 심리적 요구와 더 많은 근육의 힘과 같은 신체적 요구가 증가하게 되며, 이러한 형태의 작업이 지속되고, 또한 회복에 필요한 시간이 확보되지 않았을 때는 피로감뿐만 아니라 근골격계 질환을 유발할 수 있다. 반복 부담인자의 경우 전자업종 내에서는 가장 빈번하게 발생하는 부담인자라 할 수 있다.

유사한 동작이 8시간 작업 기간 동안 빈번하게 반복된다면, 피로와 근육, 건에 대한 부하가 누적되어 근골격계 질환의 발생위험이 급격히 증대하기 때문에 전자업종 내 반복 작업의 경우 가장 많은 근골격계 질환을 유발하는 부담 인자로 조사 결과 도출 되었다. 반복 작업의 경우 오랜 휴식을 취하는 것보다는 작업 중 잠시 쉬는 것이 건과 근육의 피로를 더 빨리 회복할 수 있으며, 같은 작업을 수행하는데 반복적인 동작과 함께 부자연스러운 자세와 힘이 동반 될 경우에는 근골격계 질환의 위험이 더욱 증가할 우려가 있다.

작업의 지속시간 부담인자의 경우 전자업종 내에서는 위험요인에 노출되는 시간을 의미한다. 근골격계 질환의 발생위험성이 낮은 요인(자세 또는 작업 방법 등)이라도 장시간에 걸쳐 지속적으로 노출된다면 위험성이 증가하게 된다. 단순한 반복 작업인 경우 근육 조직에는 극히 미세한 손상만이 발생하며, 이러한 미세 손상은 평상시 동작에서는 전혀 문제가 되지 않는다. 그러나 장기간의 연속작업이나 부족한 휴식은 회복에 필요한 충분한 시간을 가질 수 없기 때문에, 이러한 미세 손상이 경우에 따라서는 복원이 불가능한 상태까지 갈 수도 있다.

전자업종에서는 생산라인이 일정하게 동작하기 때문에 단순 반복 작업등이 일반적이지만 작업의 지속시간은 생산라인에 맞추기 위하여 장시간으로 지속될 수밖에 없다. 따라서 작업 중간에 규칙적인 휴식시간이 작업자에게 주어져 함은 필수적이다.

진동 부담인자의 경우 체결 작업 시 가장 빈번하게 발생하는 부담인자이다. 볼트나 스크류 등을 이용한 체결 작업 시 작업자가 사용하는 전기 진동공구로 인한 손과 손목 등에 지대한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 인체의 인식 진동범위는 1~

400cps이며 피부 진동인식의 최대치는 1,500cps이다. 이 범위 내에서 연속적 또는 장시간 노출되면 진동 장애의 위험을 가지게 된다. 즉 전자업종 내의 진동 부담인자는 없어서는 안 될 필수 작업으로 해결해야만 하는 중요 부담인자임을 알 수 있다.

전자업종 내에서는 진동의 노출로 인해 근골격계 질환의 발생위험성이 증가할 뿐만 아니라 해머, 연마기, 그라인더, 임팩트렌치 등의 사용으로 인한 국부진동은 손 및 손목의 혈액순환장애를 자주 유발 하는 것으로 조사 되었다. 이하 기타 부담인자는 전자업종 내 근골격계 질환 유발에 미미한 영향을 미치는 것으로 판단되어 부담인자의 특징에서 제외 되었다.

결과적으로 전자업종 내 작업관련 근골격계 부담인자로는 여러 형태 그리고 특 징별 부담인자가 있으나 그중 가장 두드러지는 부담인자로는 부적절한 자세, 과도한 힘, 반복, 작업의 지속시간 그리고 진동으로써 전자업종에서 발생하는 근골격계 질환의 87%는 이 5가지 주 부담인자로 인하여 근골격계 질환이 발생한다고 할 수 있다.

따라서 전자업종 내 근골격계 관련 유해요인조사를 실시 할 때 주요하게 측정 조사 하여야할 요인으로 이 다섯 가지 부담인자로 설정 할 수 있으며 부담지수 측정을 위한 새로운 평가기법을 제안할 때도 위 다섯 가지 부담인자가 주요인으로 작용하여야 한다.

## 제4절 근골격계 유해요인조사 인식수준 실태분석 결과

유해요인조사 혹은 근골격계 질환을 예방하기 위한 다른 평가 기법에 대하여 작업자들의 인식 및 필요 수준을 조사하고, 현재 행하여지는 유해요인조사 혹은 다른 평가 기법의 문제점에 대하여 확인해 본다. 또한 기존의 도구들에 대한 신뢰성 확인해 보고 본 논문이 제안하는 부담지수 정량화 평가기법에 대한 적절성과 필요성을 확인해 보고자 한다.

### 1. 설문대상자의 일반적 특성

설문을 활용한 빈도분석을 실시한 결과 설문 대상자의 일반적인 특성을 Table 4-16에 나타내었다.

Table 4-16. 설문 대상자의 일반적 특성

구분	유형 (%)				
	소속기관	대학/연구기관 17 (7.0%)	안전보건관련기관 27 (11.2%)	사업장(기업체) 190 (78.5%)	
직위	교수/연구원 16 (6.6%)	안전보건전문가 18 (7.4%)	안전보건관리자 25 (10.3%)	기타 179 (74.0%)	
근무경력	1년미만 35 (14.5%)	1~3년 55 (22.7%)	3~5년 52 (21.5%)	5~10 32 (13.2%)	10년 이상 68 (28.1%)

설문대상의 7%는 대학/연구기관, 11.2%는 안전보건관련 그리고 78.5%로 기업체에 근로하는 근로자가 대부분 이었다. 직위는 교수나 연구원이 6.6%, 안전보건전문가 7.4%, 안전보건관리자 25% 순 이었으며 나머지 작업자등 기타가 74%였다. 근무 경력은 1년 미만이 14.5%, 1~3년이 22.7%, 3~5년이 21.5%, 5~10년은 13.2% 그리고 10년 이상은 28.1%로써 연령대 별로 고루 분포 하였다.

## 2. 근골격계 유해요인조사에 관한 인식수준

근골격계 유해요인조사에 관한 인식수준을 측정하기 위하여 연구원 및 안전보건전문가 그리고 근로자들을 대상으로 설문조사를 실시하였다. 인식수준을 측정하기 위한 변수로는 유해요인조사 경험, 유해요인조사 인식, 근골격계 부담 작업 인식, 인간공학적 평가기법 인식, 유해도 평가 적용방법 인식, 기존 기법의 문제점, 유해요인조사 필요성 그리고 유해요인조사 주기 변수이고 이 변수들에 대한 평균과 표준편차를 비교해 보고 소속기관별, 직위별 그리고 근무 년 수별로 인식수준에 관한 차이가 있는지 확인하기 위하여 집단 간 평균분석을 실시하였다.

Table 4-17에 소속기관별 집단 간 평균분석에 대한 결과를 나타낸 바와 같이 집단별로 가장 높은 점수를 나타낸 항목은 대학/연구기관에서 유해요인조사에 대한 인식이 4.53, 기존 기법에 대한 문제점 4.53으로 가장 높은 평균을 보였고, 안전보건관련기관에서는 기존 기법에 대한 문제점이 4.37로 가장 많다고 응답하였고, 안전보건 관련 기관에서 기존 기법에 대한 문제점 4.37점으로 가장 높은 평균을 보였으며, 사업장내 근로자들 또한 기존 기법의 문제점 4.27로 가장 높은 평균점수를 보였다.

Table 4-17. 유해요인조사 인식수준 측정 변수에 관한 소속기관별 평균검정

소속기관	대학/연구기관		안전보건관련기관		사업장(기업체)		합계	
	평균	표준편차	평균	표준편차	평균	표준편차	평균	표준편차
유해요인조사 경험	4.35	0.606	4.11	0.698	3.95	0.79	4	0.774
유해요인조사 인식	<b>4.53</b>	0.624	4.07	0.675	4.15	0.783	4.17	0.765
근골격계 부담 작업 인식	4.29	0.686	4.26	0.656	4.13	0.776	4.16	0.756
인간공학적 분석기법 인식	4.24	0.562	3.96	0.898	4.14	0.724	4.12	0.735
유해도 평가 적용방법 인식	4.35	0.702	4.33	0.62	4.13	0.731	4.17	0.719
기존 기법의 문제점	<b>4.53</b>	0.514	<b>4.37</b>	0.565	<b>4.27</b>	0.697	4.3	0.673
유해요인조사 필요성	4.24	0.664	<b>3.93</b>	0.917	4.13	0.738	4.11	0.756
유해요인조사 주기	4.06	0.827	4.04	0.824	4.14	0.743	4.12	0.756

Fig. 4-10에 소속기관별 집단 간 평균분석을 나타낸 바와 같이 대학연구기관 유해요인조사에 관한 인식도 조사가 다른 집단들과 차이를 있음을 확인할 수 있다. 유해요인조사 경험이나 유해요인조사 인식, 인간공학적 평가기법, 기존 기법의 문제점 변인에서 다른 집단들과 차이를 나타내고 있으며, 표준 편차 또한 타 집단에 비하여 폭이 크다는 걸 확인할 수 있다.

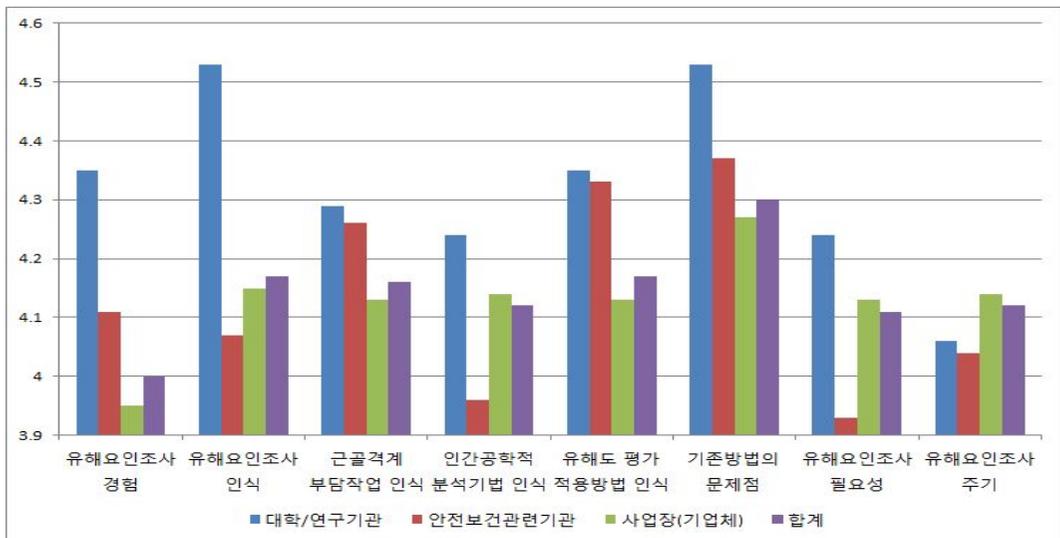


Fig. 4-10. 소속기관별 근골격계 관련 조사 인식수준에 관한 평균

Table 4-18에 직위별 집단 간 평균분석에 대한 결과를 나타낸 바와 같이 집단별로 가장 높은 점수를 나타낸 항목은 교수/연구원 집단에서 기존 기법에 대한 문제점 4.25로 가장 높은 점수를 보였으며, 또한 안전보건관리자와 기타에서 4.24, 4.31로 기존 기법에 대한 문제점 변인이 가장 높은 점수를 입을 확인 할 수 있다. 안전보건 전문가 집단에서만 유해요인조사 인식 변수가 가장 높은 4.44이다.

Table 4-18. 유해요인조사 인식수준 측정 변수에 관한 직위별 평균검정

직위	교수/연구원		안전보건전문가		안전보건관리자		기타		합계	
	평균	표준편차	평균	표준편차	평균	표준편차	평균	표준편차	평균	표준편차
유해요인조사 경험	3.69	0.704	4.39	0.698	4.08	0.717	3.97	0.778	3.99	0.77
유해요인조사 인식	3.75	1.065	<b>4.44</b>	0.784	4.2	0.816	4.16	0.712	4.16	0.763
근골격계 부담 작업 인식	4	0.73	4.33	0.767	4.2	0.764	4.15	0.758	4.16	0.755
인간공학적 분석기법 인식	4	0.73	4.33	0.686	4.2	0.816	4.1	0.742	4.12	0.744
유해도 평가 적용방법 인식	3.94	0.854	4.33	0.686	4.2	0.707	4.16	0.71	4.16	0.717
기존 기법의 문제점	<b>4.25</b>	0.775	4.33	0.594	<b>4.24</b>	0.723	<b>4.31</b>	0.674	4.3	0.677
유해요인조사 필요성	3.69	0.873	4.17	0.618	3.92	0.812	4.15	0.746	4.1	0.76
유해요인조사 주기	3.81	0.655	3.89	0.676	4	0.816	4.17	0.758	4.11	0.757

Fig. 4-11에 나타낸 바와 같이 유해요인조사에 대한 경험과 유해요인조사에 대한 인식 변인에서 안전보건 전문가 집단이 타 집단에 비해 유독 다른 의견을 가지고 있음을 확인 할 수 있다.

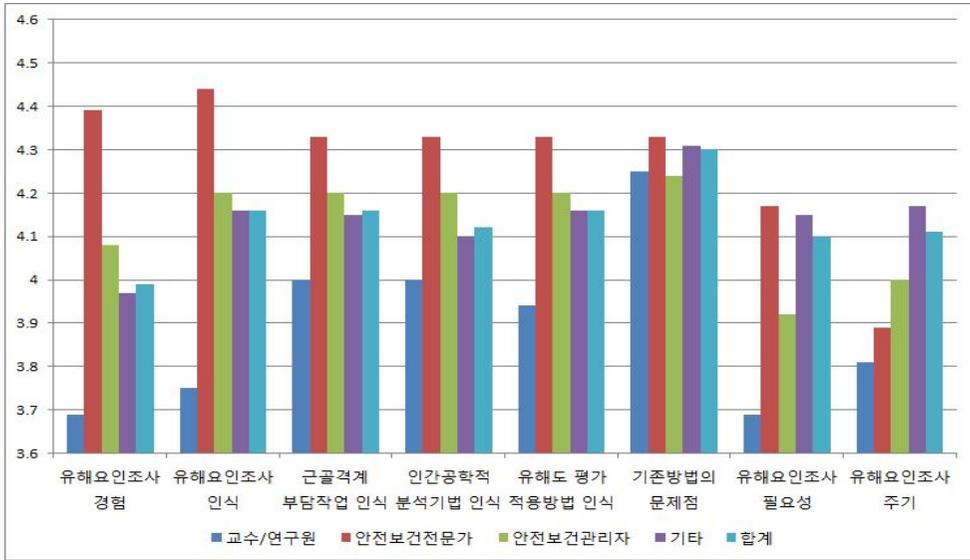


Fig. 4-11. 직급별 근골격계 관련 조사 인식수준에 관한 평균

Table 4-19에 근무년 수별 집단 간 평균분석에 대한 결과를 나타낸 바와 같이 집단별로 가장 높은 점수를 나타낸 항목은 1년 미만, 1~3년, 3~5년 그리고 5~10년 근무했던 집단에서 4.54, 4.36, 4.27 그리고 4.31로 기존 기법의 문제점이 가장 높은 평균점수를 나타냈다. 10년 이상 집단에서는 유해요인조사 인식 변인이 4.29로 가장 높은 평균점수를 나타내었다.

Table 4-19. 유해요인조사 인식수준 측정 변수에 관한 근무년수별 평균검정

현 직장 근무년수	1년미만		1~3년		3~5년		5~10년		10년이상		합계	
	평균	표준 편차	평균	표준 편차								
유해요인조사 경험	3.94	0.838	3.96	0.744	3.88	0.808	3.9	0.79	4.19	0.697	4	0.769
유해요인조사 인식	4.31	0.676	4.16	0.764	3.98	0.828	4	0.803	<b>4.29</b>	0.692	4.16	0.759
근골격계 부담작업 인식	4.37	0.69	4.25	0.7	3.9	0.799	3.94	0.759	4.28	0.73	4.16	0.753
인간공학적인식	4.26	0.701	4.25	0.726	3.9	0.774	4.03	0.74	4.16	0.73	4.12	0.742
유해도 평가 적용방법 인식	4.29	0.667	4.27	0.757	3.94	0.725	4	0.718	4.26	0.661	4.17	0.716
기존 기법의 문제점	<b>4.54</b>	0.561	<b>4.36</b>	0.649	<b>4.27</b>	0.695	<b>4.31</b>	0.738	4.16	0.683	4.31	0.675
유해요인조사 필요성	4.31	0.676	4.15	0.911	3.98	0.727	4	0.803	4.1	0.65	4.1	0.758
유해요인조사 주기	4.12	0.769	4.2	0.848	4.02	0.727	4.03	0.782	4.15	0.675	4.11	0.753

Fig. 4-12의 집단 간 평균분석 그래프 살펴보면, 1년 미만 근무한 근로자들이 유해요인조사 인식과 근골격계 부담 작업 인식 그리고 기존 기법들에 대한 문제점에 있어서 의견차이가 있음을 확인할 수 있고, 10년 이상의 근로자들은 유해요인조사 경험과 유해요인조사 인식 그리고 근골격계 부담 작업 인식에 있어서 의견차이가 있음을 알 수 있다.

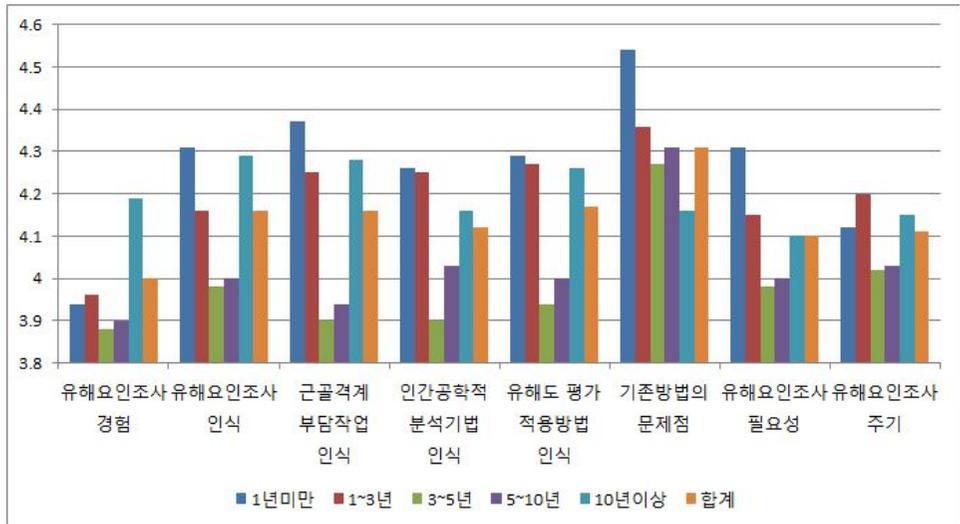


Fig. 4-12. 현직장 근무년수별 근골격계 관련 조사 인식수준에 관한 평균

위에서 살펴본 유해요인조사 관한 인식수준으로 확인할 수 있었던 점은 거의 모든 집단별 그룹에 있어서 유해요인조사를 하기 위한 기존 기법들에는 해결되지 않은 문제점을 내포하고 있다고 응답했다는 점이다. 물론 다른 문항에 있어서 의견차이를 나타낸 변인이 있지만 이는 집단 특성이 반영된 결과라 한다면 거의 모든 집단에서 평균보다 높은 점수를 나타낸 기존 기법에 대한 문제점을 지적하고 있다는 점은 현 유해요인조사 혹은 근골격계 질환측정을 위한 조사를 실시함에 있어 재고해 보아야만 할 상황이라는 점은 분명하고, 또한 유해요인조사에 대한 인식수준이 매우 낮기 때문에 유해요인조사 혹은 다른 근골격계 질환예방 대한 홍보 및 교육활동 등이 필요하다는 점을 확인할 수 있다.

### 3. 근골격계 유해요인조사에 관한 필요도 조사

Table 4-20에 근골격계 유해요인 조사에 관한 필요도를 측정한 결과를 나타낸 바와 같이 평가항목으로는 유해요인조사 내용과 수준의 적절성, 전과 가능성, 예방 의무제도의 필요성, 유해요인조사 실시의 효과성, 새로운 평가 기법의 필요성 그리고 유해도 평가기준의 적절성을 변인으로 필요도를 측정했다.

유해요인조사 내용과 수준의 적절성에 있어서 강화가 필요하다는 의견이 64%로 가장 많았으며 전과가능성에 있어서는 별로 지켜지지 않는다는 의견이 59%로 가장 많은 비중을 차지하고 있었다. 예방 의무제도의 필요성에 있어서는 보통으로 필요함 40% 그리고 어느 정도 필요함 39%이 가장 많은 비중을 차지하였고 유해요인조사 실시의 효과성에 있어서는 도움이 됨 43%, 보통이다 33%로 비중을 차지하고 있었다. 새로운 평가 기법의 필요성에 대한 응답은 필요하다고 생각 한다 가 56%로 가장 많은 비중을 차지했으며 유해도 평가 기준의 적절성은 인간공학적 평가 기법이 65%로 가장 많은 비중을 차지하였다.

필요도 조사에 대한 빈도 분석 결과에서 유의할 만한 사항으로는 근골격계 유해요인조사에 관한 인식수준에 있어서 거의 모든 집단이 기존 기법들을 활용한 유해요인 조사에 대하여 문제점을 가지고 있다 를 지적했다는 점이고, 그에 대한 응답으로 필요도 조사에 있어서 기존의 유해요인 조사기법이 아닌 새로운 평가기법이 필요하다고 응답했다는 점은 현재 실시하고 있는 근골격계 유해요인 조사가 아닌 근골격계 유해요인조사를 위한 적절한 다른 도구가 필요한 상황이다. 라고 하는 시사점을 제시한다 할 수 있다.

Table 4-20. 근골격계 유해요인조사에 관한 문항별 필요도

평가항목	구분 빈도 (유효 퍼센트)				
	유해요인조사 내용과 수준의 적절성	폐지 1 (0%)	약간완화 3 (1%)	현수준적절 35 (14%)	강화필요 155 (64%)
전과 가능성	아주 잘 지켜지고 있음 0 (0%)	대체로 잘 지켜지고 있음 2 (1%)	보통으로 지켜짐 51 (21%)	별로 지켜지지 않는 편임 143 (59%)	전혀 지켜지지 않고 있음 46 (19%)
예방 의무제도의 필요성	전혀 필요하지 않음 12 (5%)	별로 필요하지 않음 22 (9%)	보통으로 필요함 98 (40%)	어느정도는 필요한 편 95 (39%)	반드시 필요 15 (6%)
유해요인조사 실시의 효과성	매우 도움이 됨 19 (8%)	도움이 됨 103 (43%)	보통이다 81 (33%)	도움 안 됨 25 (10%)	전혀 도움이 안 됨 14 (6%)
새로운 평가 기법의 필요성	기타 3 (1%)	필요하지 않다 78 (32%)	필요하다고 생각한다 136 (56%)	매우 필요하다 25 (10%)	
유해도 평가 기준의 적절성	기타 17 (7%)	잘 모르겠다 35 (14%)	인간공학적 평가기법 158 (65%)	접근성, 정확성 갖춘 새로운 기법 32 (13%)	

#### 4. 유해요인조사 인식수준에 기반한 다변량 회귀분석

유해요인조사의 인식수준과 필요성에 관한 상관성을 확인해 보고 변인 간 영향력은 어떻게 되며 유해요인조사의 필요성을 느끼게 하는 요인은 무엇인지에 관하여 확인해 보기 위해 다변량 회귀분석을 실시하였다. 회귀분석의 종속변수로는 필요도 변인을 이용하여 실시하였다.

회귀분석의 종속변수로 필요도 변인을 이용하기 위하여 필요도 변인들에 대한 요인 분석을 실시하였다.

Table 4-21은 요인분석 후 확인된 필요도 변인들 간의 회전된 성분이다. 요인분석 시 필요도 변인은 두 가지 요인으로 확인 되었으며, 그중 첫 번째 요인은 전과 가능성, 유해도 평가 기준의 적절성, 유해요인조사 내용과 수준의 적절성 그리고 새로운 평가 기법의 필요성 이 포함된 새로운 유해요인조사의 필요성이라 확인할 수 있으며, 두 번째 요인은 유해요인조사 실시의 효과성 그리고 예방 의무제도의 필요성이 포함된 예방을 위한 유해요인조사의 필요성 이라 할 수 있다.

또한 새로 조합된 성분 1과 2는 varimax 법을 이용한 요인 회전 값 이므로 성분 1과 2사이에서 서로 독립된 관계가 형성되며 성분 1과 2를 이용하여 총 분산의 63%를 설명가능하다 할 수 있다.

Table 4-21. 종속변수 도출을 위한 필요도 변인의 회전된 성분행렬

필요도 측정 변수	성분		필요도 측정 변수	성분	
	1	2		1	2
전과 가능성	.839	-.108	새로운 평가 기법의 필요성	.521	.443
유해도 평가 기준의 적절성	.726	.160	유해요인조사 실시의 효과성	-.063	-.867
유해요인조사 내용과 수준의 적절성	.720	.124	예방 의무제도의 필요성	.074	.865
회전 제공합 적재값	성분	합계	% 분산	% 누적	
	1	2.031	33.846	33.846	
	2	1.748	29.141	62.987	

Table 4-22는 성분 1과 성분 2를 이용한 다변량 회귀분석을 실시한 결과 값으로 회귀분석 결과의 모형 요약이다. 유해요인조사 인식수준요인들과 종속변수인 유해요인조사 필요도와 상관계수를 살펴보면 성분1 즉 새로운 유해요인조사의 필요성과는 0.765로써 아주 영향력 있음을 확인할 수 있고, Multiple R 이라고 표시한다.

이 Multiple R을 자승한 값인 0.571은 설명 변량이며 기여율이라고 할 수 있다. 기여율이란 회귀식의 유효성(실제로 도움이 되느냐 안 되느냐?)을 평가하기 위한 지표이다. 그리고 기여율이 0.571이라고 하는 의미는 목적변수가 가지고 있는 정보 중 57.1%는 요인들로 설명할 수 있다는 것을 의미한다. 사회통계분석에 있어 다변량 회귀분석의 기여율이 40%이상이면 어느 정도 설명 가능한 모델이라 하는 통념상 성분1을 이용한 다변량 회귀분석 모형은 필요성에 영향을 미치는 인지수준 요인을 도출하는데 충분한 모형이라고 할 수 있다.

하지만 성분2의 경우 상관계수는 0.459이며 수정된 R 제곱은 0.183으로써 성분2를 이용한 필요성에 영향을 미치는 인지수준을 도출하기란 부적합 하다 할 수 있다.

Table 4-22. 다변량 회귀분석의 모형 요약

모형	R	수정된 R 제곱	R 제곱 변화량	통계량 변화량			유의확률 F 변화량
				F 변화량	df1	df2	
1	<b>.765a</b>	.571	<b>.585</b>	40.383	8	229	<b>.000</b>
2	<b>.459a</b>	.183	<b>.211</b>	7.634	8	229	<b>.000</b>

a. 예측값: (상수), 유해요인조사 주기, 유해요인조사 경험, 기존 기법의 문제점, 인간공학적 평가기법 인식, 유해도 평가 적용방법 인식, 유해요인조사 인식, 유해요인조사 필요성, 근골격계 부담 작업 인식

다변량 회귀분석모델은 다음의 식2와 같다.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \beta_6 X_6 + \beta_7 X_7 + \beta_8 X_8 + E \dots\dots\dots (2)$$

위 식에서 Y는 응답변수 혹은 종속변수이고 X는 예측변수 혹은 독립변수이다. β는 예측변수에 대한 계수이며 E는 회귀모형의 오차라 한다. 위 모형에서 확인할 수 있듯이 종속변수 Y는 예측 변수 X 들의 합으로 이루어져 있다. 또한 비표준화 계수β 는 예측변수 X들의 가중치로도 이해될 수 있다.

Table 4-23은 성분1을 이용한 다변량 회귀분석 모형의 비표준화 계수 값들이다. Table 4-23을 보면 예측변수 X들의 계수β값을 확인할 수 있다. β간의 비교를 하기 위하여 표준화된 β값들을 살펴보면 유해요인조사 경험에 대한 표준화된 β값은 -0.087, 유해요인조사 인식에 대한 표준화된 β값은 0.065, 근골격계 부담 작업 인식에 대한 표준화된 β값은 0.049, 인간공학적 평가기법 인식에 대한 표준화된 β값은 0.093, 유해도 평가 적용방법 인식에 대한 표준화된 β값은 0.304, 기존 기법의 문제점에 대한 표준화된 β값은 0.225, 유해요인조사 필요성에 대한 표준화된 β값은 0.152 그리고 유해요인조사 주기에 대한 표준화된 β값은 0.134임을 확인할 수 있다.

즉 종속변수 새로운 유해요인조사의 필요성 Y를 예측함에 있어 유해도 평가 적용방법 인식변인이 유의수준 0.01 미만으로 가장 많은 영향력을 갖고 있었으며 기존 기법의 문제점변인 또한 유의수준 0.01 미만으로 영향력을 갖고 있었다. 또한 유해요인조사 필요성과 유해요인조사 주기변인은 유의수준 0.05 미만으로 영향력을 갖고 있음을 확인할 수 있다.

따라서 새로운 유해요인조사의 필요성을 증가 시키는 가장 큰 변인으로는 유해도 평가 적용방법 변인으로 유해요인조사를 실시하고 그에 대한 결과를 작업장 내 적용하는 방법자체가 어려운 수준이어서 새로운 유해요인조사의 필요성을 느끼고 있다 판단된다. 그리고 기존 기법의 문제점 변인 또한 새로운 유해요인조사의 필요성을 증가시키는 변인 이었으며 이는 유해요인조사를 함에 있어 기존의 유해요인조사 기법 자체에 많은 문제들이 내재해 있기 때문인 것으로 판단된다.

그리고 유해요인조사 주기 변인 또한 새로운 유해요인조사의 필요성을 증가시키는 변인이라는 점은 기존의 조사기법이 시간을 많이 할애하는 방법 이었거나 너무 빠른 조사주기로 인하여 나타난 결과라 판단된다. 따라서 새로운 유해요인 평가기법에서 제시하고 해결해야할 문제로 유해요인조사를 평가하고 적용하기 쉬운 평가 기법이어야 하며 유해요인조사 주기를 작업장 상황에 맞는 적절한 방법이 적용된 평가 기법이어야 함을 확인 할 수 있다.

Table 4-23. 다변량 회귀분석의 모형의  $\beta$ 값

모형1	비표준화 계수		표준화	t	유의확률
	B	표준오차	계수 베타		
(상수)	-5.437	.320		-16.997	.000
유해요인조사 경험	-.113	.073	-.087	-1.546	.123
유해요인조사 인식	.086	.084	.065	1.026	.306
근골격계 부담 작업 인식	.066	.090	.049	.729	.467
인간공학적 평가기법 인식	.125	.090	.093	1.385	.167
유해도 평가 적용방법 인식	.423	.089	<b>.304</b>	4.758	.000
기존 기법의 문제점	.333	.098	<b>.225</b>	3.407	.001
유해요인조사 필요성	.200	.089	<b>.152</b>	2.245	.026
유해요인조사 주기	.178	.076	<b>.134</b>	2.345	.020

a. 종속변수: REGRfactorscore 1 for analysis 1

## 제5절 전자업종 특성에 맞는 부담 작업 평가기법 개발

전자업종의 특성상 다품종 소량생산체제, 혼류생산방식에 의해 작업이 이루어져 생산 모델별 혹은 공정별에 따라 부품의 무게가 각각 다르며, 제품을 생산 혹은 조립하기 위한 높낮이가 다르다.

또한 작업특성에 따라 작업자세의 변화가 심하게 발생되고 있어 특정 인간공학 적 평가도구를 사용하여 유해도를 평가하고 개선하기는 매우 어렵다고 할 수 있다. 또한 3장의 근골격계 유해요인조사의 인식수준과 필요수준을 살펴본바 유해도 평가 적용방법자체가 어려운 수준이어서 새로운 유해요인조사의 필요성을 느끼고 있고 기존에 사용하던 유해요인조사 기법에 많은 문제점이 내포되어 있음을 확인할 수 있었다.

따라서 유해요인조사를 평가하고 적용하기 쉬운 새로운 평가기법이 제시 되어야 하며, 유해요인조사 주기를 작업장 상황에 맞는 적절한 방법이 적용된 평가기법으로 측정하여야만 한다.

본 연구는 유해도 평가 및 분석에 어려움을 겪고 있는 모든 관리자들이 좀 더 쉽고 간편하게 적용하고 현장의 부담 작업을 지속적으로 개선하여 작업자들의 근골격계 질환예방은 물론 쾌적하고 편안한 작업환경을 조성하는데 적용할 수 있는 적합한 부담 작업 평가기법을 개발 하고자 한다.

### 1. 새로운 부담 작업 평가기법 개발

유해도 평가는 정성적인 평가와 정량적인 평가로 나눌 수 있다. 유해요인 조사에 사용되는 작업강도 조사나 작업자별 근골격계 질환증상 설문조사는 다분히 주관적인 판단에 의해 결정되고 있어 문제의 본질에 대한 왜곡이나 접근이 어려운 경우가 있을 수 있다.

따라서 정성적 평가기법에 비해 객관적이고 작업부담정도를 정량적으로 나타낼 수 있는 평가기법이 필요하다. 즉, 작업개선을 하려면 정확한 작업부하를 측정하여 수치화 할 수 있는 기법이 있어야 한다. 또한, 작업자를 대상으로 설문조사를 실시하여 작업과 관련된 근골격계 질환의 징후 및 증상의 유무를 파악하고 작업공정 및 작업자의 유형별 문제점을 도출하여 개선 포인트를 찾아 작업자의 작업부담정

도를 경감시키기 위한 활동을 추진하여야 한다. 그리고 개선에 따른 효과분석 및 차 순위 대상을 개선하는 활동을 지속적으로 유지해야 한다. 하지만 현재 실시하고 있는 유해요인조사에서는 유형별 문제점을 도출하여 개선 포인트를 찾고 지속적인 개선을 위한 차 순위의 대상을 선정하기란 쉽지 않다.

따라서 기존의 유해요인조사를 실시함에 있어 부담 작업을 평가하여 지속적으로 개선할 수 있는 방안을 마련해야 한다. Table 4-24는 기존의 유해요인조사를 개선한 유해요인조사 흐름도 비교표이다. 개선된 유해요인조사 흐름도 예시와 같이 유해요인조사 후 개선대상을 선정할 때 전자업종 특성에 맞는 부담 작업 정량화 평가기법을 적용하여 개선을 위한 선 순위 작업을 선정하고 그에 맞는 개선활동을 전개함으로써 지속적인 부담 작업 개선활동을 통한 근골격계 질환예방을 실시하여야 한다.

새로운 부담 작업 평가에 사용될 전자업종에 영향을 미치는 부담인자는 유해요인 조사를 통한 전자업종 관련 부담인자 선정 시 확인되었던 부적절한 자세, 과도한 힘, 반복, 작업의 지속시간 그리고 진동 5개 부담인자와 이 부담인자들을 제외한 기타항목 부담인자에 대하여 정성적 평가도구인 전문가 의견, 현장 실사, 과거 사례, 실제 현장 작업자들의 의견을 통해 공통분모를 찾아 분류 및 평가하였다.

그리고 자료의 객관성 확보를 위해 부담인자에 대한 전자업종 부담인자 정량적 평가 검증을 실시하여 본 논문에서 제안할 부담지수 평가를 위한 기본 부담인자를 정하고자 한다.

Table 4-24. 개선 전·후 유해요인조사 흐름도 비교표

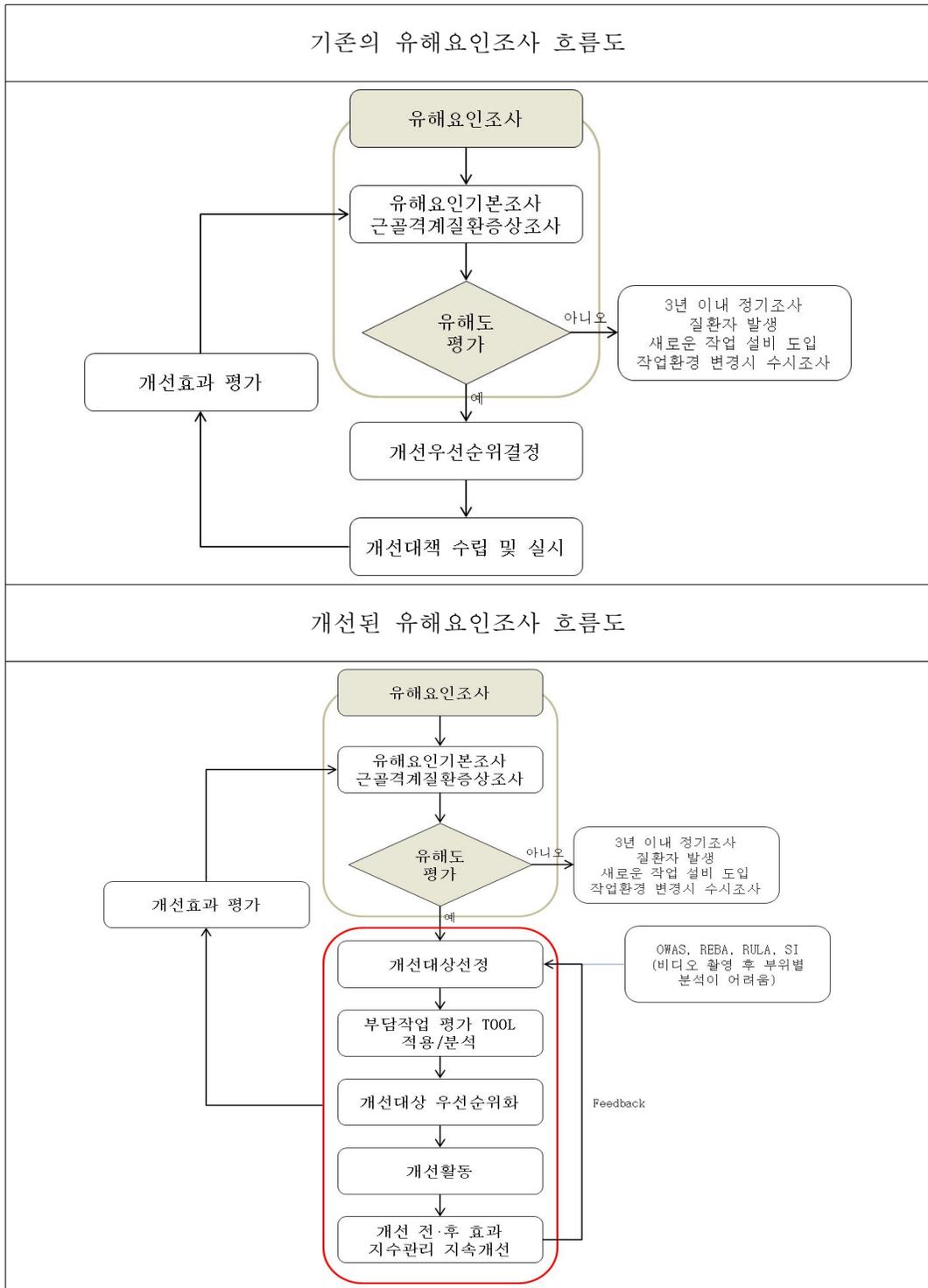


Table 4-25는 전문가 의견, 현장 실사, 과거 사례 그리고 실제 현장 작업자들의 의견을 통한 정성적 평가 자료로써 부담인자 특징별로 분류한 항목이다.

전자업종 주요 부담인자중 하나인 과도한 힘의 경우 전문가, 현장실사, 과거사례 그리고 작업자 모두 부품무게와 공구무게에 의하여 과도한 힘을 쓰는 부담인자이다. 따라서 과도한 힘 부담인자의 경우 부품무게인자 그리고 공구무게인자로 분리하였다.

반복 부담인자는 작업 반복 횟수 그리고 반복이동거리로 구분하여 평가하여야 하는 인자이므로 부자연스러운 자세 부담인자의 경우 팔, 손목, 어깨위치와 목, 허리위치와 구분하여 평가하여야 한다. 하지만 지속시간 부담인자의 경우 전문가 의견, 현장 실사, 과거 사례 그리고 실제 현장 작업자들 의견모두 측정할 필요가 없음을 나타냈는데 그 이유로, 보통 전자업종 작업시간은 평균 8시간 이상이기 때문에 부담 작업 지속시간은 최소 8시간으로 항상 일정한 수준을 유지할 수밖에 없는 특성을 갖고 있다. 따라서 부담 작업을 평가하기 위한 항목으로 지속시간을 포함하는 것은 무의미 하다.

기타 부담인자의 경우 전문가는 온도와 습도 부담인자 또한 부담 작업을 평가하기 위한 부담인자로써 유의미 하다. 하지만 현장실사와 과거사례를 보면 온도와 습도 등의 부담인자는 부담 작업 평가를 위한 항목으로 유의하지 않음을 나타내기 때문에 새로운 부담지수 평가를 위한 기본 부담인자에서 제외 하여야 함을 확인할 수 있다.

결과적으로 초기 5개 주요 부담인자인 부적절한 자세, 과도한 힘, 반복, 작업의 지속시간 그리고 진동 과 기타 부담인자를 새로 구분된 인자로 분류하면 총 10가지의 부담인자라 할 수 있고, 이 10개의 부담인자 중 지속시간, 온도 그리고 습도 부담인자는 본 논문에서 제안할 부담지수 평가를 위한 기본 부담인자에서 제외 되어 총 7개의 부담인자를 이용한 평가를 하여야 함을 확인할 수 있다.

Table 4-25. 정성적 평가를 활용한 전자업종 부담인자 분류

NO	항목		전문가	현장실사	과거사례	작업자	계	비고
1	과도한 힘	부품무게	○	○	○	○	4	유의
2		공구무게	○	○	○	○	4	유의
3	반복성	작업반복 횟수	○	○	○	○	4	유의
4		반복이동거리	○	○	○	○	4	유의
5	부자연스러운 자세	팔, 손목, 어깨위치	○	○	○	○	4	유의
6		목, 허리위치	○	○	○	○	4	유의
7	진동	진동(충격)	○	○	○	○	4	유의
8	지속시간	작업시간(8hr기준)					0	
9	기타 (작업환경)	온도	○				1	
10		습도	○			○	2	

※ 전자 제조업종 특성상 작업시간(8hr/일)은 유의한 데이터가 아니므로 대상에서 제외 함

Table 4-26은 정성적 평가를 활용한 부담인자 분류에 대한 자료의 객관성 확보를 위해, 새로 분류된 부담인자에 대하여 근로자들을 대상으로 검증을 실시한 가·부의 빈도 값이다. 이 분류항목을 검증하기 위한 조사는 00전자 80명과 협력사 28명을 대상으로 실시하였다.

검증결과를 확인하면 부품무게인자에 대하여 영향력이 있는 인자인지에 대한 응답은 00전자 79명, 협력사 26명으로써 105명이 영향이 있다 응답하였고 따라서 응답율은 97%라 할 수 있다. 공구무게인자의 경우 응답율은 92%였다. 작업 반복횟수 인자와 반복이동거리 인자는 100% 그리고 82%의 응답율을 보였으며 팔, 손목, 어깨위치인자와 목, 허리위치인자는 87% 그리고 93%의 응답율을 보였다. 진동(충격) 인자의 경우 86%의 응답율을 보였다. 하지만 정성적 조사 결과와 마찬가지로 작업 시간(8Hr기준), 온도 그리고 습도인자는 17%, 9% 그리고 5% 낮은 응답율을 보임을 확인할 수 있다. 즉 정량적 검증 조사 결과 또한 작업시간(8Hr기준), 온도와 습도인자는 본 논문에서 제안할 부담지수 평가를 위한 기본 부담인자에서 유의미 하지 않으며 이 3개의 인자를 뺀 총 7개의 부담인자를 이용한 평가를 하여야 함을 확인할 수 있다. 따라서 최종적으로 부담지수 평가를 위한 기본 부담인자로 7개 항목을 채택하였다.

Table 4-26. 전자업종 부담인자 정량적 평가 검증

NO	항목		00전자 (80명)	협력사 (28명)	합계	영향 응답율	비고
1	과도한 힘	부품무게	79	26	105	97%	채택
2		공구무게	72	27	99	92%	채택
3	반복성	작업반복 횟수	80	28	108	100%	채택
4		반복이동거리	69	22	89	82%	채택
5	부자연스러운 자세	팔, 손목, 어깨위치	78	26	94	87%	채택
6		목, 허리위치	75	25	100	93%	채택
7	진동	진동(충격)	70	23	93	86%	채택
8	지속시간	작업시간(8hr기준)	14	4	18	17%	
9	기타 (작업환경)	온도	7	3	10	9%	
10		습도	4	2	6	5%	

※ 검증결과 응답자의 20% 미만 항목은 제외하고 7개 항목을 채택하였음.

결과적으로 전자업종에 맞는 부담 작업 개선을 위한 부담지수 평가기법을 제안하기 위하여 Table 4-27과 같은 부담 작업 평가기준 7개 항목(부품무게, 공구무게, 작업빈도, 팔 위치, 자세(구부림), 진동충격작업, 이동거리)을 이용한 평가도구를 개발하였다.

부품무게인자는 2kg 이하, 5kg 이하, 10kg 이하 그리고 10kg 이상을 측정하는 4수준으로 분류하였고 공구무게인자는 사용안함, 2kg 이하, 3kg 이하, 4kg 이하 그리고 5kg 이상을 측정하는 5수준으로 분류하였다. 부품무게인자와 공구무게인자의 무게별 수준차이가 다른 이유는 부품은 잠시 들었다 이동시키는 작업이 주를 이루는 반면 공구의 경우는 항상 들고 하는 작업이 대부분이기 때문이다.

반복을 나타내는 작업반복횟수 인자는 50회 이상/hr, 100회 이상/hr, 150회 이상/hr, 200회 이상/hr 그리고 250회 이상/hr을 측정하는 5수준으로 분류하였고 이동거리인자는 고정 작업, 1M 이내, 2M 이내 그리고 3M 이내를 측정하는 4수준으로 분류하였다.

부자연스러운 자세를 나타내는 팔, 손목, 어깨위치 인자는 정면, 좌우, 허리아래, 어깨 위 그리고 머리 위를 측정하는 5수준으로 분류하였고 목, 허리위치 인자는 허리를 구부린 자세로 인하여 근골격계에 부담을 주기 때문에 목 30도 이내, 허리 45

도 이내, 허리 60도 이상 그리고 쪼그려 앉음을 측정하는 4수준으로 분류하였다. 진동인자의 경우 보통 공구로 인한 손이나 손목 그리고 발목의 근골격계에 부담을 주기 때문에 공구를 사용하지 않을 경우를 포함한 없음, 드라이버, 망치임팩트 그리고 손바닥 충격작업을 측정하는 4수준으로 분류 하였다. 마지막으로 이동거리인자는 고정작업, 1M 이내, 2M 이내 그리고 3M 이내를 측정하는 4수준으로 분류하였다.

위와 같이 측정한 부담 작업 평가 결과는 부담지수로 표현되며 최저 1점부터 최대 32,000점이 된다. 즉 분석기준 7개 항목의 각 점수를 모두 곱한 값이 곧 부담지수이며, 정량적으로 표현된 이 부담지수를 이용하여 개선대상 부담 작업 우선순위를 선정할 수 있다. 또한 우선순위에 해당되는 부담 작업을 개선한 후 부담 작업 평가도구를 이용하여 그 작업의 부담지수를 재 측정함으로써 부담 작업을 지속적으로 개선 할 수 있다.

이 부담 작업 평가도구의 단점으로 개선시켜야할 사항으로는 각 인자들의 강도 수준이 일률적이기 때문에 각 측정 인자별 특이사항을 반영하지 못한다는 단점이 있다. 예를 들어 자세의 수준 측정시 목 30도 이내는 1점이고 허리 45도 이내는 2 점, 허리 60도 이상은 3점으로 측정되고 있으나 목의 구부림과 허리 구부림의 수준 간 차이를 좀 더 명확하게 세분화 할 필요가 있다.

또한 개선시켜야할 작업의 부담지수 마지노선이 일정치 못하다는 점이다. 개선시켜야할 작업의 절대적 평가기준을 마련하여 부담지수 X점 이상이면 즉시개선, Y점 이상이면 보통, Z점 이상이면 개선대상 제외 등을 판별할 수 있을만한 근거가 마련 되지 못했다는 점이다.

하지만 본 연구에서 제안 하고자 하는 정량화 방안의 목적은 유해도 조사를 실시함에 있어 작업자들이 느끼는 유해도 측정 시 시간적 제약과 공간적 제약 그리고 적용하기 힘든 방법에 대한 문제를 해결하기 위함이다. 즉, 각 인자별 수준측정을 세세히 분류하지 않고 일반 작업자들도 쉽게 측정할 수 있으며 적용할 수 있는 기본 평가 방안을 제시함으로써 1차적인 목표인 작업장내 개선을 위한 부담 작업 1 순위를 파악하고 그 작업을 개선시킴으로써 작업자가 느끼는 근골격계 부담을 줄이기 위함이 목표였다. 따라서 각 작업별로 어느 정도의 부담지수 차이가 나느냐가 중요한 포인트가 아니라 어느 작업이 개선우선대상이나를 판가름 할 수 있는 척도의 마련이 본 논문이 제시하는 연구의 목표라 할 수 있다.

Table 4-27. 부담 작업 평가도구

작업명 :						측정일 :							
부품무게	점수	공구무게	점수	작업빈도	점수	팔 위치	점수	자세 (구부림)	점수	진동 충격작업 (진동가속도)	점수	이동거리	점수
2kg 이하	1	사용안함	1	50회 이상/hr	1	정면	1	목 30도 이내	1	없음 (0)	1	고정작업	1
5kg 이하	2	2kg 이하	2	100회 이상/hr	2	좌우	2	허리 45도 이내	2	드라이버 (1.0% 이하)	2	1M 이내	2
10kg 이하	3	3kg 이하	3	150회 이상/hr	3	허리아래	3	허리 60도 이상	3	임팩트(망치) (2.0% 이하)	3	2M 이내	3
10kg 이상	4	4kg 이하	4	200회 이상/hr	4	어깨 위	4	쪼그려 앉음	4	손바닥 충격작업	4	3M 이내	4
X		5kg 이상	5	250회 이상/hr	5	머리 위	5	X		X		X	

※ 부담지수 : 각 항목의 점수를 곱한 값  
 = 부품무게 \* 공구무게 \* 작업빈도 \* 팔 위치 \* 자세 \* 진동/충격작업 \* 이동거리

## 2. 새로운 부담 작업 평가도구를 이용한 개선대상 선정 및 개선작업

본 연구는 1항에서 개발한 부담 작업 평가도구를 사업장에 적용하여 부담 작업에 대한 부담지수를 측정해보고 작업개선 우선순위에 해당되는 작업들에 대하여 개선활동을 실시하였다. 이후 부담 작업 평가도구를 이용하여 부담지수를 재측정하였다. Table 4-28은 부담 작업 평가기준 7개 항목에 의한 부담 작업 개선 전·후 비교표 예시이다.

Table 4-28. 부담 작업 평가기준 7개 항목에 의한 부담 작업 개선 전 후 비교

공정명(문제점)	부품 무게	공구 무게	작업 빈도	팔위치	자세	진동/ 충격	이동 거리	총점	비고
전조립 에바용접	2	1	5	3	3	1	2	180	완료
개선작업 완료후	2	1	5	2	1	1	1	<b>20</b>	
발포공정 BOX 교체	2	2	3	2	2	1	2	96	완료
개선작업 완료후	2	2	3	2	1	1	1	<b>24</b>	
사출 성형기에 수작업	2	1	3	3	2	1	3	108	완료
개선작업 완료후	2	1	1	2	2	1	2	<b>16</b>	
TOP 카바 조립작업	2	1	5	3	2	1	2	120	완료
개선작업 완료후	2	1	5	2	1	1	2	<b>40</b>	
DISPLAY 삽입작업	2	1	5	2	2	1	2	80	완료
개선작업 완료후	2	1	5	2	1	1	1	<b>20</b>	
Cabi 투입시 작업	2	1	5	2	2	1	2	80	완료
개선작업 완료후	2	1	5	2	1	1	1	<b>20</b>	
EVAP Out Pipe	2	1	5	3	2	1	2	120	완료
개선작업 완료후	2	1	5	2	1	1	2	<b>40</b>	
중량물 취급	2	2	5	2	2	1	2	160	완료
개선작업 완료후	2	1	5	2	1	1	2	<b>40</b>	
블록세척기	2	2	5	2	2	1	2	160	완료
개선작업 완료후	2	1	5	2	1	1	2	<b>40</b>	
후조립공정	1	2	5	2	2	1	2	80	완료
개선작업 완료후	1	2	5	2	1	1	1	<b>20</b>	

전조립 에바용접 작업의 경우 부담 작업 평가도구를 이용하여 그 작업에 해당되는 부담지수를 측정한 결과는 120점 이었다. 발포 공정 BOX교체 작업의 경우 96점 이었고, 사출 성형기에 수작업의 경우 108점, TOP 카바 조립작업의 경우 120점 이었다. DISPLAY 삽입작업의 경우 80점, Cabi 투입 시 작업의 경우 80점, EVAP Out Pipe작업의 경우 120점, 중량물 취급 작업의 경우 160점, 블록세척기 작업의

경우 160점, 후 조립 공정작업의 경우 80점이었음을 확인할 수 있다.

위 개선필요 작업 중 몇 가지 개선 내용을 살펴보면 중량물 취급공정 공정 같은 경우 부품무게 2점, 공구무게 2점, 작업빈도 5점, 팔 위치 2점, 자세 2점, 진동/충격 1점 그리고 이동거리 2점으로 부담지수가 160점이었다.

중량물 취급공정의 경우 제품을 조립하기 위한 부품을 투입하는 작업이 주를 이루고 Fig. 4-13과 같이 개선 전에는 부품들을 작업대에 들고 내리는 작업을 반복하여 손목, 어깨 등에 충격을 주는 부담을 주어 근골격계 질환을 유발할 가능성이 있었다. 또한 측정된 부담인자에 대한 수준을 확인하면 작업빈도가 5점으로 가장 많았고 부품 무게와 공구무게 그리고 자세와 팔 위치 등 진동을 제외한 모든 부담인자에서 어느 정도 지속적으로 부담을 주는 작업이라는 점을 확인할 수 있다.

Fig. 4-14와 같이 부담 작업 평가도구를 활용하여 측정된 우선순위 개선작업인 중량물 취급 작업의 작업개선 내용을 확인하면 부품을 작업자가 작업대에서 들고 내리는 작업 대신 부품 공급 장치를 설치하여 자동으로 공급할 수 있게 개선하였음을 확인할 수 있다. 따라서 작업빈도나 공구 무게는 변하지 않더라도 작업자 근골격계에 영향을 미치는 부담인자들을 어느 정도 해소 하였다고 볼 수 있다. 이후 부담 작업 평가도구를 활용하여 부담지수를 재 측정해 본 결과 부품무게 2점, 공구무게 1점, 작업빈도 5점, 팔 위치 2점, 자세 1점, 진동/충격 1점 그리고 이동거리 2점으로 부담지수가 40점이 나왔고 개선 전보다 부담지수 80점이 낮아졌음을 확인할 수 있다.



Fig. 4-13. 개선 전 중량물 취급  
작업중 부품투입작업

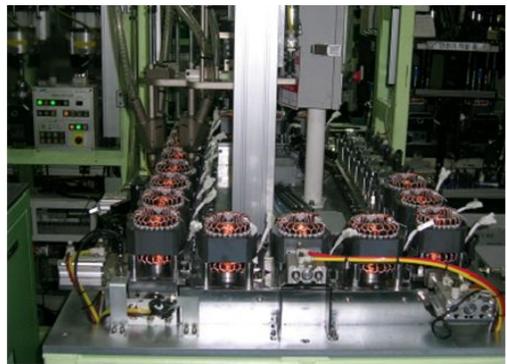


Fig. 4-14. 개선 후 중량물 취급  
작업중 부품투입작업

전조립 에바용접 공정 같은 경우 부품무게 2점, 공구무게 1점, 작업빈도 5점, 팔 위치 3점, 자세 3점, 진동/충격 1점 그리고 이동거리 2점으로 부담지수가 180점이었다. 에바 용접 공정의 경우 제품을 조립하기 위한 부품을 투입하는 작업이 주를 이루고 Fig. 4-15와 같이 개선 전에는 부품들을 대차에서 내릴 때 허리를 구부리는 작업을 반복하여 허리 등에 충격을 주는 부담을 주어 근골격계 질환을 유발할 가능성이 있었다. 또한 측정된 부담인자에 대한 수준을 확인하면 작업빈도가 5점으로 가장 많았고 팔 위치와 허리를 구부리는 자세, 부품 무게 등이 부담인자에서 어느 정도 지속적으로 부담을 주는 작업이라는 점을 확인할 수 있다.

Fig. 4-16과 같이 부담 작업 평가도구를 활용하여 측정된 부품 취급 작업의 작업 개선 내용을 확인하면 부품을 작업자가 대차에서 내릴 때 높낮이를 조절할 수 있게 리프트를 설치하여 작업자세가 부자연스럽지 않도록 개선하였음을 확인할 수 있다.

따라서 작업빈도는 변하지 않더라도 작업자 근골격계에 영향을 미치는 부담인자들을 어느 정도 해소 하였다고 볼 수 있다. 이후 부담 작업 평가도구를 활용하여 부담지수를 재 측정해 본 결과 부품무게 2점, 공구무게 1점, 작업빈도 5점, 팔 위치 2점, 자세 1점, 진동/충격 1점 그리고 이동거리 1점으로 부담지수가 20점이 나왔고 개선 전 보다 부담지수 160점이 낮아졌음을 확인할 수 있다.



Fig. 4-15. 개선 전 에바용접 공정  
부품취급 자세



Fig. 4-16. 개선 후 에바용접 공정  
부품취급 자세

발포 공정 박스교체작업 같은 경우 부품무게 2점, 공구무게 2점, 작업빈도 3점, 팔 위치 2점, 자세 2점, 진동/충격 1점 그리고 이동거리 2점으로 부담지수가 96점이

었다. 박스 교체작업의 경우 부품을 조립 후 부품박스를 들고 적재 및 회수하는 작업이 주를 이루었고, Fig. 4-17과 같이 개선 전에는 박스를 교체 시 박스를 들고 이동 및 다시 작업대에 부품박스를 적재하는 작업을 반복하여 허리, 어깨 등에 충격을 주는 부담을 주어 근골격계 질환을 유발할 가능성이 있었다.

또한 측정된 부담인자에 대한 수준을 확인하면 작업빈도가 3점으로 가장 많았고, 팔 위치와 허리자세, 부품 무게, 이동거리 등이 부담인자에서 어느 정도 지속적으로 부담을 주는 작업이라는 점을 확인할 수 있다.

Fig. 4-18과 같이 부담 작업 평가도구를 활용하여 측정된 박스취급 작업의 작업 개선 내용을 확인하면 부품박스를 들고 내리거나 이동하지 않도록 경사면의 작업대를 설치하여 쉽게 박스를 회수할 수 있게 개선하였음을 확인할 수 있다.

따라서 작업빈도는 변하지 않더라도 자세, 이동거리를 개선하여 작업자 근골격계에 영향을 미치는 부담인자들을 어느 정도 해소 하였다고 볼 수 있다. 이후 부담 작업 평가도구를 활용하여 부담지수를 재 측정해 본 결과 부품무게 2점, 공구무게 2점, 작업빈도 3점, 팔 위치 2점, 자세 1점, 진동/충격 1점 그리고 이동거리 1점으로 부담지수가 24점이 나왔고 개선 전 보다 부담지수 72점이 낮아졌음을 확인할 수 있다.



Fig. 4-17. 개선 전 발포공정 박스투입 및 회수 작업

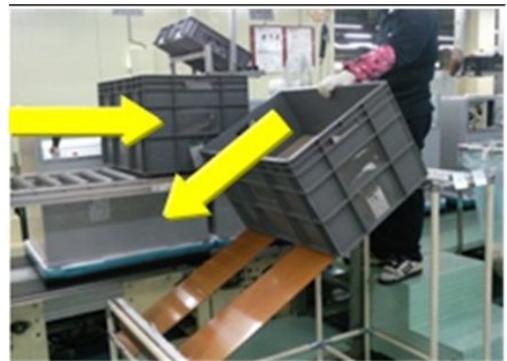


Fig. 4-18. 개선 후 발포공정 박스투입 및 회수 작업

## 제6절 부담지수 정량화 기법 검증

### 1. 검증의 목적과 변인 설정

검증의 목적은 제조업에서 이루어지는 작업들에 대하여 부담지수 정량화 방안을 적용함으로써 근골격계에 부담을 주는 작업의 우선순위를 밝히고, 우선순위에 있는 부담 작업들의 개선 및 보완활동을 실시함으로써 근골격계 질환을 예방함에 있어 신뢰성과 효과에 대하여 영향력을 밝히는데 있다.

변인 설정은 선행 연구들을 바탕으로 본 논문이 제안하고자 하는 정량화 방안의 효과성을 검증하기 위한 변인들로서 현행 인간공학적 평가기법의 적절성과 신뢰성을 측정하기 위한 변인들과 본 논문이 제안하는 부담지수 정량화 방안에 대한 유효성을 측정하기 위한 변인들로 설정하였다.

먼저 현행 인간공학적 평가기법의 적절성과 신뢰성을 측정하기 위한 변인들은 현행 인간공학적 평가기법에 대한인지도, 적용도, 신뢰도, 활용도, 전파가능정도 그리고 새로운 평가기법의 필요도로 구성하였다. 두 번째로 본 논문이 제안하는 부담지수 정량화 방안에 대한 유효성을 측정하기 위하여 정량화 방안에 대한 용이성, 적용성, 예방성, 신뢰성, 활용성으로 구성하였다.

### 2. 검증을 위한 가설

다음과 같은 가설 검증을 통하여 본 논문이 제안하고자 하는 부담지수 정량화 방안에 대한 효과성을 입증하고자 한다.

가설 1. 작업자의 일반적인 특성과 현행 인간공학적 평가 기법의 적절성 및 신뢰성에는 정적 혹은 부적 관계가 있을 것이다.

가설 1-1. 사업장의 규모에 따라 인간공학적 평가기법의 적절성과 신뢰성에 영향을 미칠 것이다.

가설 1-2. 작업자의 지위 및 직책에 따라 인간공학적 평가기법의 적절성과 신뢰성에 영향을 미칠 것이다.

가설 1-3. 작업자의 경력에 따라 인간공학적 평가기법의 적절성과 신뢰성에 영향을 미칠 것이다.

가설 2. 정량화 기법을 사용한 경험 유무로 인하여 부담지수 정량화 기법에 대한 유효성에 영향을 미칠 것이다.

가설 2-1. 사업장의 규모에 따른 부담지수 정량화 방안의 유효성에 대한 의견차이가 있을 것이다.

가설 2-2. 작업자의 지위 및 직책에 따른 부담지수 정량화 방안의 유효성에 대한 의견차이가 있을 것이다.

가설 2-3. 작업자의 경력에 따른 부담지수 정량화 방안의 유효성에 대한 의견차이가 있을 것이다.

### 3. 연구 대상

연구 대상은 광주 전남 지역 소재한 ○○전자 및 하청업을 대상으로 하였으며, 정량화 기법을 시범적으로 사용해본 기업들과 그렇지 않은 기업들로 구분 하였다. 사업장 규모는 대기업, 100인 미만, 50인 미만 그리고 기타로 구분하였고, 직위 및 직책으로는 크게 안전보건관리자와 그 외의 2개 범주로 분류하였으며, 해당 대상자들은 직위별로 분류하였다. 경력사항으로는 1년 미만, 3년 미만, 5년 미만, 10년 미만 그리고 10년 이상으로 구분 하여 조사 하여 Table 4-29에 나타내었다.

자료수집 방법은 직접배포 설문방법으로 420명에게 설문참여를 요청하였으며, 2012년 2월 6일부터 2월 10일까지 5일간 설문조사를 실시하였다. 설문대상자 420명 중 304명이 설문조사에 참여(응답률 72.38%)하였다.

검증 대상의 일반적 특성을 확인해 보면 사업장 규모별로 대기업 54.6%, 100인 미만 25%, 50인 미만 14.5% 그리고 기타가 5.9%이다. 직위 및 직책은 따로 구분한 안전보건관리자는 8.6%로 26명 이었으며, 부장 6.9%, 차장 17.1%, 과장 26.0%, 대리 22.7% 그리고 사원 18.8%로 나타났다. 경력사항을 보면 1년 미만 근무자가 6.6%, 3년 미만 근로자가 20.7%, 5년 미만 근로자가 26.3%, 10년 미만 근로자가 17.1% 그리고 10년 이상 근로자는 28.6%로 나타났다.

또한 본 논문이 제안하고자 하는 정량화 방안을 사용한 경험에 대해서 들어 본 적 없다 4.3%, 평가경험 없다 22%, 최근 평가 경험 있다 53.3% 그리고 평가해본 경험이 많다. 가 20.4%로 경험이 없는 경우가 26.3% 경험이 있는 경우가 73.7%로 나타났다.

Table 4-29. 검증 대상의 일반적인 특성

구분	유형 (%)					
	사업장 규모	대기업	100인 미만	50인 미만	기타	
	166 (54.6%)	76 (25.0%)	44 (14.5%)	18 (5.9%)		
직위	안전보건 관리자	부장	차장	과장	대리	사원
	26 (8.6%)	21 (6.9%)	52 (17.1%)	79 (26.0%)	69 (22.7%)	57 (18.8%)
경력	1년 미만	3년 미만	5년 미만	10년 미만	10년 이상	무응답
	20 (6.6%)	63 (20.7%)	80 (26.3%)	52 (17.1%)	87 (28.6%)	2 (0.7%)
정량화기법 사용경험	들어본적 없다	평가 경험 없다		최근 평가 경험이 있다.	평가해본 경험이 많다	
	13 (4.3%)	67 (22.0%)		162 (53.3%)	62 (20.4%)	
사용경험	경험 없음			경험 있음		
	80 (26.3%)			224 (73.7%)		

#### 4. 작업자의 일반적인 특성에 따른 현행 인간공학적 평가 기법의 적절성 및 신뢰성

작업자의 일반적인 특성과 현행 인간공학적 평가 기법 간의 정적 혹은 부정적 관계가 있는지 확인해 보고 현행 인간공학적 평가기법의 적절성 및 신뢰성을 검증하기 위하여 통계 패키지 프로그램인 SPSS 19.0을 사용하여 빈도분석, 교차분석 및 평균차 검정을 실시하였다.

Table 4-30과 같이 현행 인간공학적 평가 기법에 대한 인지도는 잘 모름이 9.2%, 1개정도가 24.0%, 2개 이상이 37.2% 그리고 거의 다 알고 있다가 29.6%로 대상자의 90% 정도가 최소한 1개 이상의 유해도 평가에 대하여 알고 있었다.

현행 인간공학적 평가기법의 적용도는 전혀 모름 8.2%, 적용하기 어렵다 38.2%, 도움 받으면 가능 40.5% 그리고 잘 알고 적용가능 13.2%로써 유해도 평가에 대하여 알고는 있으나 이를 활용하여 유해도를 측정함에 있어서는 스스로 하지 못하는 점이 50%이상을 차지함을 알 수 있다.

현행 인간공학적 평가기법의 신뢰도를 확인해 보면 신뢰하지 않는다. 39.8%, 그리고 보통이다 39.1%로서 약 80%정도가 기존 평가 기법에 대한 신뢰성에 의문을

표하고 있음을 알 수 있다. 현행 인간공학적 평가기법의 활용도를 보면 잘 모른다 26% 그리고 거의 활용하지 않는다 48.4%로써 유해도를 측정하기 위한 인간공학적 평가기법에 대하여 알고는 있으나 이를 거의 활용하지 않고 있는 실정임을 확인할 수 있다.

또한 현행 인간공학적 평가기법의 전파가능정도를 확인해 보면 매우 어렵다 52.0% 그리고 어렵다가 30.3%로써 현재 사용되고 있는 인간공학적 평가기법을 아직 적용하고 있지 못하는 소규모 사업장 등에 적용하기 힘들 것 이라고 생각하는 대상자가 대부분 이었다.

마지막으로 새로운 평가기법의 필요도를 확인해 보면 필요하다고 생각 한다 57.6% 그리고 매우 필요하다 27.3% 로써 현행 기법의 신뢰도가 떨어지고 활용도도 낮으며 전파 가능성 또한 낮기 때문에 이를 보완할 수 있는 새로운 평가기법이 필요하다 생각하는 대상자가 대부분임을 알 수 있다.

Table 4-30. 현행 인간공학적 평가 기법의 적절성과 신뢰성에 대한 빈도분석

구분	비율 (%)			
유해도평가 인지정도	잘 모름 (9.2%)	1개정도 (24.0%)	2개이상 (37.2%)	거의 다 알고 있다 (29.6%)
기존 평가기법 적용능력	전혀 모름 (8.2%)	적용하기 어렵다 (38.2%)	도움을 받으면 가능 (40.5%)	잘알고 적용가능 (13.2%)
기존 평가기법 신뢰도	신뢰하지 않는다 (39.8%)	보통이다 (39.1%)	신뢰하는 편이다 (20.1%)	매우 신뢰한다 (1.0%)
기존 평가기법 활용도	잘 모른다 (26.0%)	거의 활용하지 않는다 (48.4%)	가끔 활용한다 (23.7%)	자주 활용한다 (2.0%)
기존 기법 소규모사업장 적용가능성	매우 어렵다 (52.0%)	어렵다 (30.3%)	보통이다 (14.8%)	매우 그렇다 (3.0%)
새로운 기법의 필요성	기타 (1.6%)	필요하지 않다 (13.5%)	필요하다고 생각한다 (57.6%)	매우 필요하다 (27.3%)

Fig. 4-19는 각 변인들에 대한 정규분포 그래프 이다. 유해도 평가 인지 정도의 분포는 강한 긍정에 원만한 곡선을 나타내고 있으며, 기존 평가기법 적용능력은 중

정도 아니고 부정도 아닌 중간에 분포함을 알 수 있다. 새로운 기법의 필요성의 경우 급격한 곡선이 나타내는 의미는 강한 긍정을 나타내는데, 그만큼 새로운 기법의 필요성을 크게 느끼고 있음을 나타낸다.

타 대상 사업장의 전파 가능성을 확인해 보면 강한 부정에서 급격히 떨어지는 직선을 나타내는 것으로 보아 조사 대상자 대부분 전파가능성에 회의감을 느끼는 것으로 확인 할 수 있다.

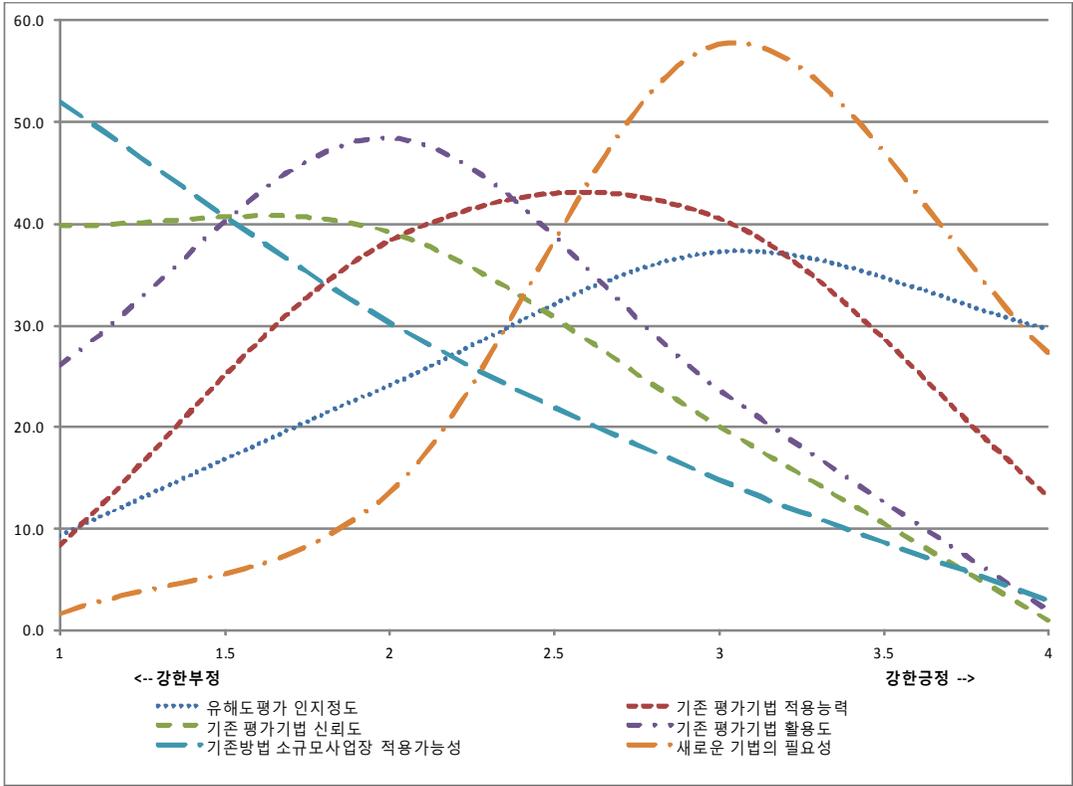


Fig. 4-19. 현행 인간공학적 평가 기법의 적절성과 신뢰성에 대한 정규분포

Table 4-31에 각 변인들에 대한 집단 간 평균의 차이를 나타내었다. 즉 일반적 변인에 의하여 인간공학적 평가기법의 적절성과 신뢰성에 영향을 미치는지 확인해보면 유해도 평가 인지 정도에 대하여 대기업과 이외 집단과의 평균차이를 제외하고 분석기법의 적용도, 분석기법의 신뢰도, 분석기법의 활용도, 전파가능정도 그리고 새로운 평가기법의 필요도 모두 두 집단 간 의견차이가 있음을 확인할 수 있다.

이중 가장 의견차이가 많이 나는 변인은 분석기법의 적용도로서 대기업 집단이 그 외의 집단보다 0.77정도 더 수월하게 적용 가능함을 알 수 있다. 즉 적절성과 신뢰성을 측정하기 위한 변인에 대하여 사업장 규모에 따른 평균 차가 있음을 확인할 수 있었고, 이에 따라 <가설 1-1. 사업장의 규모에 따라 인간공학적 평가기법의 적절성과 신뢰성에 영향을 미칠 것이다>가 채택됨을 확인 할 수 있다.

Table 4-31. 사업장 규모에 따른 집단간 평균비교

구분	집단통계량		Levene의등분산검정		평균의동일성에대한t-검정						
	평균	표준편차	구분	F	유의확률	t	자유도	유의확률(양쪽)	평균차	차이의 표준오차	
유해도평가 인지정도	대기업	2.86	0.85	이분산	18.8	0.00	-0.20	261	0.84	-0.02	0.11
	100인 이하	2.88	1.05								
기존 평가기법 적용능력	대기업	2.93	0.81	등분산	3.6	0.06	9.16	302	0.00	0.77	0.08
	100인 이하	2.17	0.61								
기존 평가기법 신뢰도	대기업	1.9	0.84	이분산	4.2	0.04	2.04	302	0.04	0.18	0.09
	100인 이하	1.72	0.69								
기존 평가기법 활용도	대기업	2.25	0.73	등분산	0.1	0.82	6.33	302	0.00	0.52	0.08
	100인 이하	1.73	0.70								
기존 기법 소규모사업장 적용가능성	대기업	1.87	0.93	이분산	21.0	0.00	4.41	291	0.00	0.40	0.09
	100인 이하	1.47	0.63								
새로운 기법의 필요성	대기업	3.2	0.67	등분산	0.9	0.35	2.83	302	0.01	0.22	0.08
	100인 이하	2.99	0.68								

Table 4-32는 각 변인들에 대한 직책에 따른 집단 간 평균검정이다. 직책 및 지위에 따라 인간공학적 평가기법의 적절성과 신뢰성에 영향을 미치는지 확인해 보면, 기존 평가기법 적용도에 대하여 안전보건 관리자 및 그 외 집단과의 평균차이를 제외하고 분석기법의 인지도, 분석기법의 신뢰도, 분석기법의 활용도, 전파가능 정도 그리고 새로운 평가기법의 필요도 모두 두 집단 간 의견차이가 있음을 확인할 수 있다.

그 중 가장 의견차이가 많이 나는 변인은 분석기법의 인지도로써 안전보건관리자 집단은 그 외의 집단 보다 0.81만큼 더 잘 인지 하고 있다고 할 수 있다. 즉 적

절성과 신뢰성을 측정하기 위한 변인에 대하여 사업장 규모에 따른 평균의 차가 있음을 확인할 수 있고 이에 따라 <가설 1-2. 작업자의 지위 및 직책에 따라 인간공학적 평가기법의 적절성과 신뢰성에 영향을 미칠 것이다.>가 채택됨을 확인할 수 있다.

Table 4-32. 직위 및 직책에 따른 집단간 평균비교

구분	집단통계량		Levene의등분산검정			평균의 동일성에 대한 t-검정				
	평균	표준편차	구분	F	유의확률	t	자유도	유의확률(양쪽)	평균차	차이의 표준오차
유해도평가 인지정도	평균	3.62	등분산	3.6	0.06	4.32	302	0.00	<b>0.81</b>	0.19
	그 외	2.8								
기존 평가기법 적용능력	안전보건 관리자	<b>2.5</b>	등분산	1.4	<b>0.24</b>	-0.56	302	<b>0.58</b>	<b>-0.09</b>	<b>0.17</b>
	그 외	<b>2.59</b>								
기존 평가기법 신뢰도	안전보건 관리자	2.08	등분산	1.2	0.28	1.75	302	0.08	<b>0.28</b>	0.16
	그 외	1.8								
기존 평가기법 활용도	안전보건 관리자	1.88	등분산	1.8	0.19	-0.93	302	0.36	<b>-0.14</b>	0.16
	그 외	2.03								
기존 기법 소규모사업장 적용가능성	안전보건 관리자	1.58	등분산	1.4	0.24	-0.71	302	0.48	<b>-0.12</b>	0.17
	그 외	1.7								
새로운 기법의 필요성	안전보건 관리자	3.31	등분산	1.3	0.25	1.59	302	0.11	<b>0.22</b>	0.14
	그 외	3.09								

Table 4-33은 각 변인들에 대한 경력에 따른 집단 간 평균검정이다. 경력에 따른 인간공학적 평가기법의 적절성과 신뢰성에 영향을 미치는지 확인해 보면, 타사업장 전파 가능성에 대하여 5년 미만 집단과 5년 이상 집단과의 평균차이를 제외하고 분석기법의 인지도, 분석기법의 적용도, 분석기법의 신뢰도, 분석기법의 활용도 그리고 새로운 평가기법의 필요도 모두 두 집단 간 의견차이가 있음을 확인할 수 있다.

이중 가장 의견차이가 많이 나는 변인은 기존 평가기법의 적용도로서 5년 이상 근무한 집단이 5년 미만 근무한 집단 보다 0.59만큼 기존 평가기법을 적용하는데

수월 하게 생각한다고 할 수 있다. 즉 적절성과 신뢰성을 측정하기 위한 변인에 대하여 사업장 규모에 따른 평균의 차가 있음을 확인할 수 있고 이에 따라 <가설 1-3. 작업자의 경력에 따라 인간공학적 평가기법의 적절성과 신뢰성에 영향을 미칠 것이다.>가 채택됨을 확인 할 수 있다.

Table 4-33. 경력에 따른 집단간 평균비교

구분	집단통계량 평균 표준 편차	Levene의등분산검정		평균의 동일성에 대한 t-검정							
		구분	F	유의 확률	t	자유도	유의확률 (양쪽)	평균차	차이의 표준오차		
유해도평가 인지정도	5년미만	2.74	1.09	이분산	68.0	0.00	-2.80	283	0.01	<b>-0.29</b>	0.10
	5년이상	3.03	0.72								
기존 평가기법 적용능력	5년미만	2.31	0.81	이분산	8.0	0.01	-6.73	302	0.00	<b>-0.59</b>	0.09
	5년이상	2.9	0.71								
기존 평가기법 신뢰도	5년미만	1.91	0.74	이분산	7.8	0.01	2.20	286	0.03	<b>0.20</b>	0.09
	5년이상	1.72	0.81								
기존 평가기법 활용도	5년미만	1.85	0.80	이분산	5.9	0.02	-4.20	302	0.00	<b>-0.35</b>	0.08
	5년이상	2.21	0.67								
기존 기법 소규모사업장 적용가능성	5년미만	<b>1.7</b>	<b>0.80</b>	등분산	2.5	0.11	<b>0.27</b>	302	<b>0.79</b>	<b>0.03</b>	<b>0.10</b>
	5년이상	<b>1.67</b>	<b>0.87</b>								
새로운 기법의 필요성	5년미만	2.96	0.69	등분산	1.6	0.21	-4.19	302	0.00	<b>-0.32</b>	0.08
	5년이상	3.28	0.63								

Table 4-34는 분석 대상의 일반적인 특성과 현행 인간공학적 평가 기법의 적절성 및 신뢰성을 측정하기 위한 변인 간 Pearson 상관계수이다. 사업장 규모의 경우 기존 평가기법 적용능력이 -0.461로서 유의수준 0.01 미만에서 아주 유의함을 알 수 있다. 즉 사업장 규모가 대기업 일수록 기존 평가기법을 적용하는데 있어 더욱 수월하다 할 수 있다.

두 번째로 새로운 기법의 필요성과의 상관계수가 -0.502로써 유의수준 0.01 미만에서 아주 유의함을 알 수 있다. 사업장 규모가 대기업 일수록 새로운 기법의 필요성을 더욱 느끼고 있다고 할 수 있다. 직위 및 직책의 경우 유해도 평가 인지 정도와 -0.498로서 유의수준 0.01 미만에서 아주 유의함을 알 수 있다. 안전보건관리자

혹은 직급이 높을수록 유해도 평가 인지 정도가 높아짐을 의미한다.

기존 평가기법 활용도와와의 상관계수 또한 0.592로써 유의수준 0.01 미만에서 아주 유의함을 알 수 있고, 직급이 낮아질수록 기존 평가기법 활용도 또한 낮아지고 있음을 확인할 수 있다. 새로운 기법의 필요성과의 상관계수는 -0.677로써 유의수준 0.01 미만에서 아주 유의함을 알 수 있고 직급이 높아질수록 새로운 기법의 필요성을 절실히 느끼고 있음을 확인할 수 있다.

경력에 경우 기존 평가기법 적용도와와의 상관계수는 0.444로써 유의수준 0.01 미만에서 아주 유의함을 알 수 있고 경력이 높아질수록 기존 평가기법을 적용함에 있어 더욱 원활하게 측정할 수 있음을 확인할 수 있고 새로운 기법의 필요성과의 상관계수는 0.660으로써 유의수준 0.01 미만에서 아주 유의함을 알 수 있고 경력이 높아질수록 새로운 기법의 필요성을 요하고 있다고 할 수 있다.

Table 4-34. 일반적인 특성과 변인간 Pearson 상관계수

구분	유해도평가 인지정도	기존 평가기법 적용능력	기존 평가기법 신뢰도	기존 평가기법 활용도	기존 기법 소규모사업장 적용가능성	새로운 기법의 필요성
사업장규모	-.050	<b>-.461**</b>	-.102	<b>-.267**</b>	<b>-.167**</b>	<b>-.502**</b>
직위	<b>-.498**</b>	.108	.008	<b>.592**</b>	.148**	<b>-.677**</b>
경력	.275**	<b>.444**</b>	-.105	.225**	-.011	<b>.660**</b>

\*\* . 상관계수는 0.01 수준(양쪽)에서 유의합니다.

\* . 상관계수는 0.05 수준(양쪽)에서 유의합니다.

결과적으로 가설 1-1, 가설 1-2 그리고 가설 1-3 이 채택 되었고, 전체적으로 확인해 본 일반적인 특성과 현행 인간공학적 평가 기법의 적절성 및 신뢰성을 측정하기 위한 변인 간 상관성을 측정해본 결과 기존 평가기법에 대한 신뢰도와 타 사업장 전파 가능정도를 제외한 모든 변인들이 유의하였음을 확인할 수 있다.

따라서 <가설 1. 작업자의 일반적인 특성과 현행 인간공학적 평가 기법의 적절성 및 신뢰성에는 정적 혹은 부적 관계가 있을 것이다.>가 채택됨을 확인할 수 있다. 유의해야 할 점으로는 사업장 규모에 따른 유해도 평가 인지도 차이가 없었고 직위 및 직책별 기존 평가기법 적용도의 차이가 없었으며 경력에 따른 타사업장 전파가능정도의 차이가 없었음을 상기할 만하다.

## 5. 부담지수 정량화 방안에 대한 유효성

작업자의 일반적인 특성에 따라 부담지수 정량화 방안의 유효성에 영향을 미치는지 확인해 보고 정량화 방안을 사용한 경험 유무로 인하여 부담지수 정량화 방안의 유효성에 영향을 미치는지 파악하기 위해 통계 패키지 프로그램인 SPSS 19.0을 사용하여 신뢰도 분석, 상관성 분석 그리고 교차분석을 실시하였다.

Table 4-35는 정량화 방안에 대한 유효성을 측정하기 위한 변인들의 신뢰도 분석표이다. 정량화 방안의 유효성을 측정하기 위한 변인들은 정량화 방안의 편의성, 적용 가능성, 예방 가능성, 신뢰도 그리고 활용도 변인들로 구성되었다.

각 변인들에 대한 기술통계 값을 확인해 보면 정량화 방안 편의성 평균은 3.38이고, 적용가능성 평균은 3.51이다. 예방 가능성은 3.45이고, 새로운 방안에 대한 신뢰도는 3.46 활용도는 3.71이다. 신뢰도를 측정하기 위한 총 통계량의 경우 각 개별 항목이 삭제된 척도 평균에서 알 수 있듯이 각 항목을 삭제 하더라도 평균값의 변화가 13.81~14.14로 그 변화가 미미함을 알 수 있다.

또한 수정된 항목-전체 상관관계의 변화량이 0.506~0.668 로서 측정 문항 간 상관관계가 높다는 점을 알 수 있다. 또한 Cronbach의 알파 값은 특정조사의 내적 일관성을 보여주는 값으로 특정조사에서 사용한 측정 항목 간의 평균 상관관계 계수와 항목 수를 이용하여 계산되며, Cronbach의 알파 값은 상관관계 계수로 해석하는데 있어 '0'에서 '1'까지 변화한다. 각각의 변인들은 같은 현상을 측정하기 위하여 사용되었기 때문에 측정 항목 간에 계산한 알파계수는 정적인 상관관계가 있다.

Cronbach 알파 값을 살펴보면 원 데이터를 이용한 Cronbach의 알파 값은 0.785이며, 표준점수를 이용한 Cronbach의 알파 값은 0.796로서 값의 변화가 거의 없다. 그리고 각 변인 항목이 삭제되더라도 Cronbach 알파 값의 변화는 0.716~0.762로써 변인 항목을 삭제할 필요가 없음을 확인할 수 있다. 따라서 부담지수 정량화 방안에 대한 유효성 수준을 측정하기 위한 5개의 항목은 높은 내적 일관성(internal consistency)을 가지고 있다 할 수 있고 따라서 신뢰할만하다 할 수 있다.

Table 4-35. 유효성 측정 변인 항목 총계 통계량

구분	평균	표준 편차	N	항목이 삭제된 경우 척도 평균	수정된 항목 전체 상관관계	항목이 삭제된 경우 Cronbach 알파
정량화 방안 편의성	3.38	.822	302	14.14	.569	<b>.756</b>
새로운 기법 소규모 사업장 적용가능성	3.51	.557	302	14.00	.563	<b>.746</b>
예방 가능성	3.45	.590	302	14.06	.564	<b>.745</b>
새로운 방안 신뢰도	3.46	.613	302	14.05	.506	<b>.762</b>
새로운 방안 활용도	3.71	.549	302	13.81	.668	<b>.716</b>
Cronbach의 알파			Cronbach's Alpha Based on Standardized Items			항목 수
.785			<b>.796</b>			5

다음의 Table 4-36은 유효성 측정 변인 간 그리고 정량화 방안 사용경험과의 Pearson 상관계수이다. 정량화 방안의 사용경험에 따라 유의수준 0.01미만에서 아주 유의함을 확인할 수 있고, 편의성 0.576, 적용가능성 0.434, 예방가능성 0.331, 신뢰도 0.464 그리고 활용도 0.483으로써 모두 정상관 함을 알 수 있다. 즉 정량화 방안 사용경험이 많을수록 정량화 방안의 편의성 또한 높게 평가했고, 그다음으로 새로운 방안에 대한 활용도가 높게 평가되었음을 확인할 수 있다. 그리고 유효성 측정 변인 간 상관계수 중 가장 높은 정상관을 보이는 변인으로는 새로운 방안의 신뢰도가 높을수록 새로운 방안의 활용도가 높아지는 정상관함을 확인할 수 있다.

Table 4-36. 유효성 측정 변인간 상관행렬

구분	정량화 기법 편의성	새로운 기법 소규모 사업장 적용가능성	예방 가능성	새로운 기법 신뢰도	새로운 기법 활용도
정량화 기법 편의성	1.000				
새로운 기법 소규모 사업장 적용가능성	.464**	1.000			
예방 가능성	.430**	.492**	1.000		
새로운 기법 신뢰도	.367**	.313**	.326**	1.000	
새로운 기법 활용도	.478**	.442**	.486**	.585**	1.000
정량화 기법 사용경험	.576**	.434**	.331**	.464**	.483**

\*\* . 상관계수는 0.01 수준(양쪽)에서 유의합니다.

\* . 상관계수는 0.05 수준(양쪽)에서 유의합니다.

Fig. 4-20은 사업장의 규모에 따른 부담지수 정량화 방안의 유효성을 확인해 보기 위해 각 변인을 축으로 한 방사형 그래프 이다. Fig. 4-20에서 확인할 수 있듯이 대기업 100인 미만 그리고 50인 미만 기업들은 거의 비슷한 유효성을 나타내고 있음을 알 수 있다. 하지만 5인 미만 소규모 사업장의 경우 정량화 기법 편의성, 적용가능성, 예방 가능성, 새로운 기법 신뢰도 그리고 새로운 기법 활용도 모두 낮게 평가 되고 있음을 확인할 수 있다. 즉 규모가 작은 사업장일수록 정량화 방안의 유효성이 낮다는 점을 확인할 수 있다.

가장 차이가 많이 나는 집단 간 평균차를 확인해 보면 다음의 Table 4-37과 같다. 대기업과 소규모 사업장과의 평균차를 확인해 보면 유효성을 측정하기 위한 변인들 중 편의성을 제외한 모든 평균 차에서 유의수준 0.05 미만으로 유의함을 확인할 수 있다. 가장 큰 차이를 보이는 변인은 새로운 기법 활용도에 있어서 대기업과 소규모 사업장간 평균 차이가 0.724로서 가장 큰 차이를 보임을 확인할 수 있고 그 다음으로 예방가능성 0.690, 신뢰도 0.588, 적용가능성 0.442 그리고 편의성 0.441순이었음을 알 수 있다. 따라서 <가설 2-1. 사업장의 규모에 따른 부담지수 정량화 방안의 유효성에 대한 의견차이가 있을 것이다.>가 채택됨을 확인 할 수 있다.

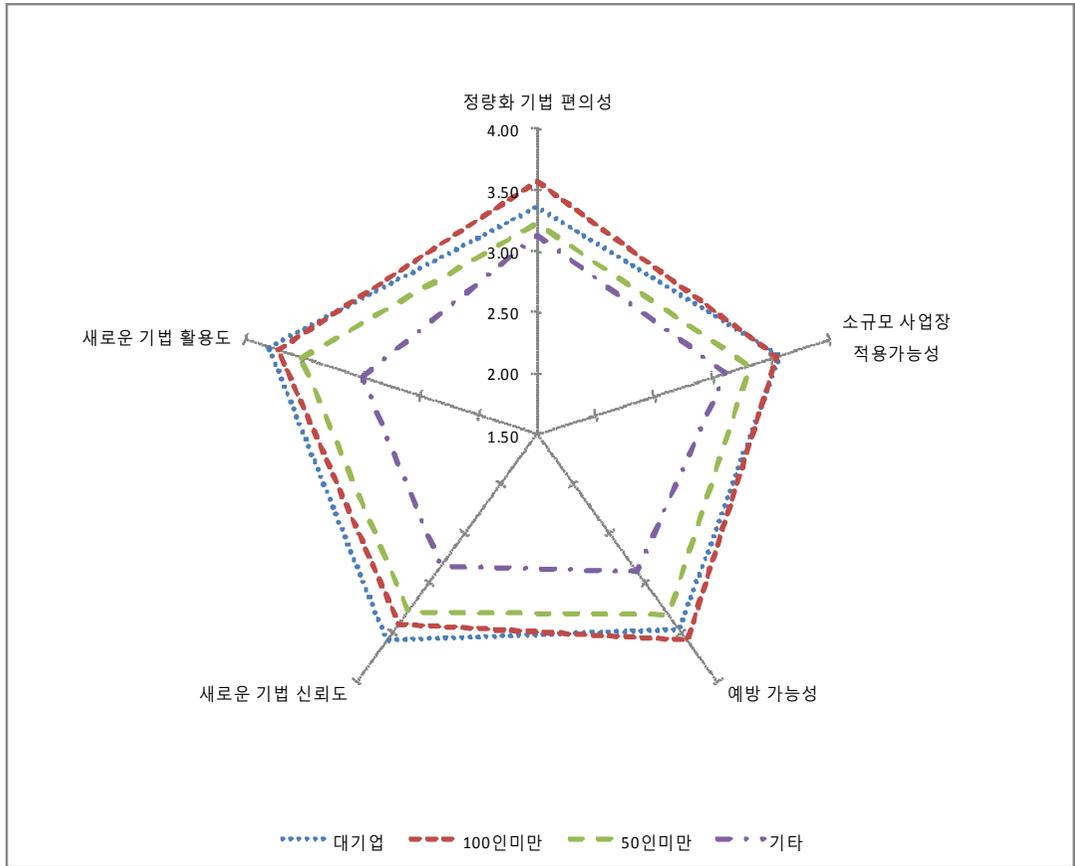


Fig. 4-20. 사업장 규모별 정량화 방안의 유효성

Table 4-37. 대기업과 소규모 사업장 간의 유효성 변인에 대한 평균차

종속 변수	평균차 (대기업 - 기타)	표준오차	유의확률	95% 신뢰구간	
				하한값	상한값
정량화 기법 편의성	.441	.224	.050	.00	.88
적용가능성	.442*	.146	.003	.15	.73
예방 가능성	.690*	.152	.000	.39	.99
새로운 기법 신뢰도	.588*	.156	.000	.28	.90
새로운 기법 활용도	.724*	.139	.000	.45	1.00

\*. 평균차는 0.05 수준에서 유의합니다.

Fig. 4-21은 직위 및 직책에 따른 부담지수 정량화 방안의 유효성을 확인해 보기 위해 각 변인을 축으로 한 방사형 그래프 이다. Fig. 4-21에서 확인할 수 있듯이 부장, 차장, 과장, 대리 그리고 사원 모두 비슷한 유효성을 나타내고 있음을 알 수 있고 정량화 기법 편의성, 적용가능성 그리고 예방 가능성에서 낮은 수준을 나타냄을 확인 할 수 있다. 하지만 안전보건 관리자의 경우 다른 직책을 가지고 있는 모든 조사 대상 집단에 비해 각 변인 모두 높은 수준을 나타냄을 알 수 있다. 즉 안전보건 관리자의 경우 새로운 정량화 기법에 대한 편의성, 적용가능성, 예방 가능성, 신뢰도 그리고 활용도가 모두 높은 수준임을 나타내고 있고 이는 부담지수 정량화 방안에 대한 유효성을 매우 높게 평가 하고 있음을 알 수 있다.

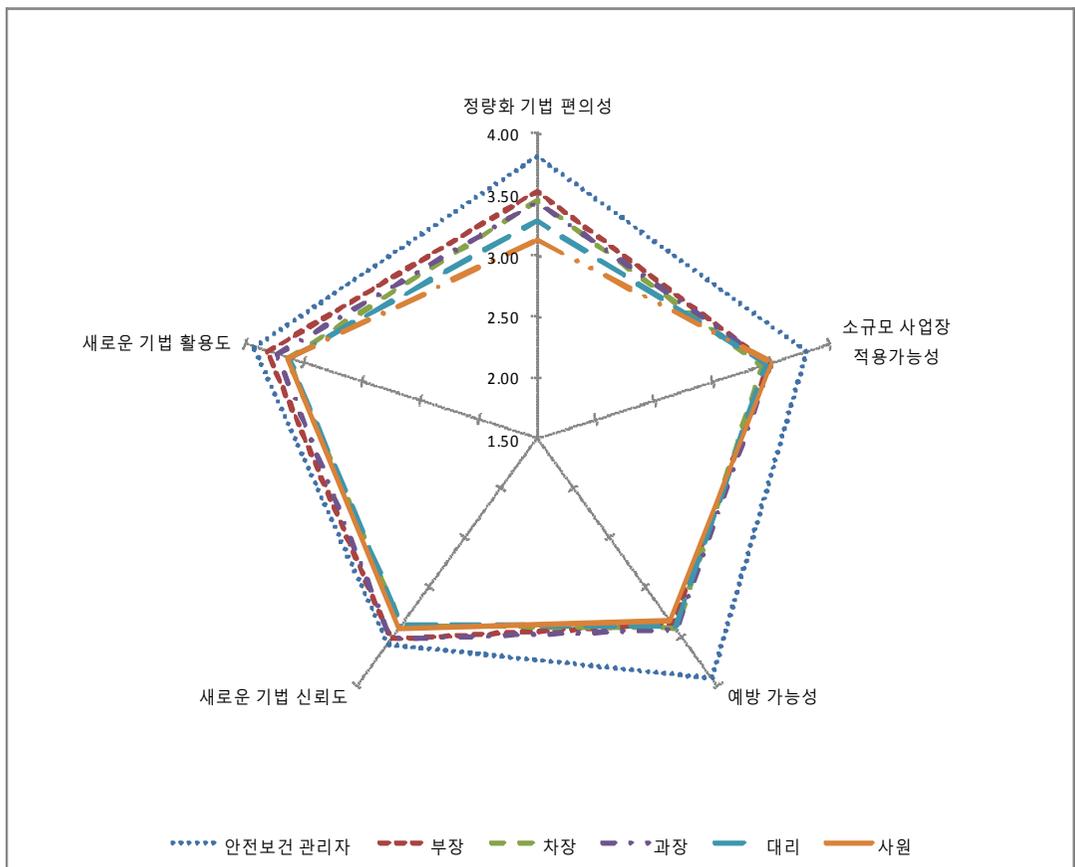


Fig. 4-21. 직위 및 직책별 정량화 방안의 유효성

가장 차이가 많이 나는 집단 간 평균차를 확인해 보면 Table 4-38과 같다. 안전보건 관리자와 사원 간 평균차를 확인해 보면 유효성을 측정하기 위한 변인들 중 신뢰도를 제외한 모든 변인의 평균 차에서 유의수준 0.05 미만으로 유의함을 확인할 수 있다. 가장 큰 차이를 보이는 변인은 정량화 방안 편의성에 있어서 안전보건 관리자와 사원 간 평균 차이가 0.685로 가장 큰 차이를 보임을 확인할 수 있고 그 다음으로 예방가능성 0.590, 적용가능성 0.299, 활용도 0.291 그리고 신뢰도 0.156순이었음을 알 수 있다.

따라서 <가설 2-2. 작업자의 지위 및 직책에 따른 부담지수 정량화 방안의 유효성에 대한 의견차이가 있을 것이다.>가 채택됨을 확인 할 수 있다.

Table 4-38. 안전관리자와 사원간의 유효선 변인에 대한 평균차

종속 변수	평균차 (안전보건관리자 - 사원)	표준오차	유의확률	95% 신뢰구간	
				하한값	상한값
정량화 기법 편의성	.685*	.191	.000	.31	1.06
적용가능성	.299*	.134	.026	.04	.56
예방 가능성	.590*	.139	.000	.32	.86
새로운 기법 신뢰도	.156	.147	.291	-.13	.45
새로운 기법 활용도	.291*	.133	.029	.03	.55

\*. 평균차는 0.05 수준에서 유의합니다.

Fig. 4-22는 경력에 따른 부담지수 정량화 방안의 유효성을 확인해 보기 위해 각 변인을 축으로 한 방사형 그래프 이다. Fig. 4-22에서 확인할 수 있듯이 3년 미만, 5년 미만, 10년 미만 그리고 10년 이상 경력자 모두 비슷한 유효성을 나타내고 있음을 알 수 있고 모두 다 높은 수준을 나타냄을 확인할 수 있다.

하지만 1년 미만 경력자의 경우 다른 더 많은 경력을 가지고 있는 모든 조사 대상 집단에 비해 각 변인 모두 낮은 수준을 나타냄을 알 수 있다. 즉 1년 미만 경력자의 경우 새로운 정량화 방안에 대한 편의성, 적용가능성, 예방 가능성, 새로운 기

법 신뢰도 그리고 새로운 기법 활용도가 모두 낮은 수준임을 나타내고 있고 이는 부담지수 정량화 방안에 대한 유효성을 매우 낮게 평가 하고 있음을 알 수 있다.

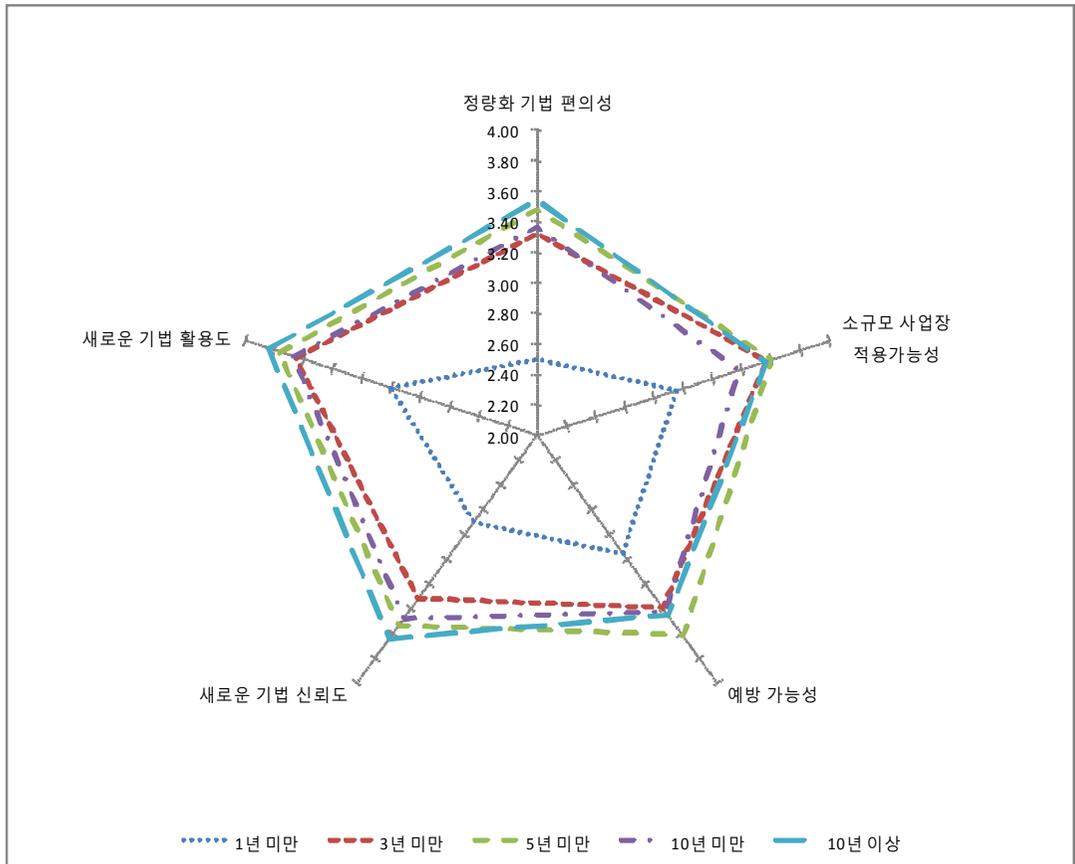


Fig. 4-22. 경력별 정량화 방안의 유효성

가장 차이가 많이 나는 집단 간 평균차를 확인해 보면 다음의 Table 4-39와 같다. 10년 이상 된 경력자와 1년 미만 경력자간 평균차를 확인해 보면 유효성을 측정하기 위한 모든 변인의 평균 차에서 유의수준 0.05 미만으로 유의함을 확인 할 수 있다.

가장 큰 차이를 보이는 변인은 정량화 기법 편의성에 있어서 안전10년 이상 된 경력자와 1년 미만 경력자간 평균 차이가 1.040으로 가장 큰 차이를 보임을 확인할 수 있고 그 다음으로 신뢰도 0.944, 활용도 0.839, 적용가능성 0.613 그리고 예방가능성 0.498순이었음을 알 수 있다.

따라서 <가설 2-3. 작업자의 경력에 따른 부담지수 정량화 방안의 유효성에 대한 의견차이가 있을 것이다.>가 채택됨을 확인 할 수 있다.

Table 4-39. 10년 이상과 1년 미만간의 사업장 간의 유효성 변인에 대한 평균차

종속 변수	평균차 (10년이상- 1년미만)	표준오차	유의확률	95% 신뢰구간	
				하한값	상한값
정량화 기법 편의성	1.040*	.205	.000	-1.57	-.51
적용가능성	.613*	.136	.000	-.97	-.26
예방 가능성	.498*	.145	.001	-.87	-.12
새로운 기법 신뢰도	.944*	.144	.000	-1.32	-.57
새로운 기법 활용도	.839*	.132	.000	-1.18	-.50

\*. 평균차는 0.05 수준에서 유의합니다.

Fig. 4-23은 정량화 방안을 사용한 경험 유무에 따른 부담지수 정량화 방안에 대한 유효성을 확인하기 위한 방사형 그래프이다. Fig. 4-23을 확인해 보면 정량화 방안에 대해 들어본 적 없는 집단과 평가 경험 없는 집단 간 유효성 차이가 있음을 확인할 수 있다. 그러나 위 두 집단에 비하여 최근 평가 경험 있는 집단과 평가 해본 경험이 많은 집단은 집단 간 유효성 차이가 그리 크지 않음을 확인할 수 있을 뿐만 아니라 들어본 적 없는 집단 그리고 평가경험 없는 집단에 비하여 확연하게 정량화 방안에 대한 유효성이 높다는 점을 알 수 있다.

즉 본 논문이 제안하는 정량화 방안을 사용했을 시 평가 경험의 많고 적음을 떠나서 부담지수 정량화 방안에 대한 유효성이 높은 반면 사용한 적이 없는 집단의 경우 정량화 기법 편의성, 적용가능성, 예방 가능성, 새로운 기법 신뢰도 그리고 새로운 기법 활용도가 매우 낮은 수준임을 증명한다 할 수 있다.

따라서 <가설 2. 정량화 기법을 사용한 경험 유무로 인하여 부담지수 정량화 기법에 대한 유효성에 영향을 미칠 것이다.>가 채택됨을 확인 할 수 있다.

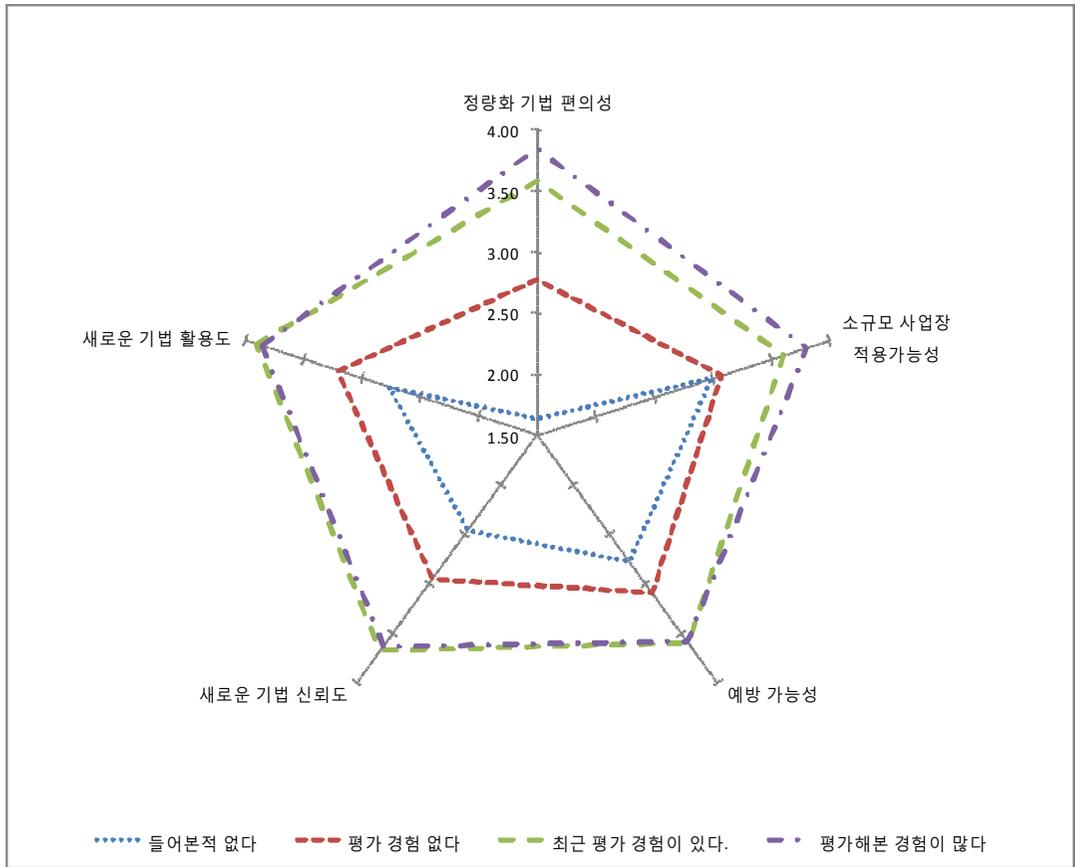


Fig. 4-23. 정량화 방안 사용경험에 따른 정량화 방안의 유효성

## 제5장 결론

### 제1절 연구결과의 요약 및 논의

유해요인 조사의 문제점을 보완하고, 대기업 및 중소기업 유해요인 분석에 적합할 뿐만 아니라 부담 작업 우선순위 정량화가 가능한 평가방안을 제시한 본 논문의 연구결과는 다음과 같다.

첫째, 국·내외 근골격계 질환 발생 및 관리현황 조사 결과 한국의 근골격계 질환자 현황은 총 재해율(0.71%)에 대한 근골격계 질환자점유율이 69.2%로써 안전·보건활동 선진국이라 할 수 있는 일본, 독일, 미국 그리고 영국에 비해 다른 선진국에 비하여 5배 정도 높은 것으로 나타났다. 그리고 한국 내 전체 근골격계 질환자 중 74.8%가 제조업에서 발생하였다. 근골격계 질환 예방에 대한 관심이 필요한 시기이다.

둘째, 제조업 작업특성과 근골격계 질환의 인과관계 분석 결과 제조업 내에서 발생하는 근골격계 질환 유발 작업들은 작업의 반복, 부자연스런 자세, 과도한 힘 사용, 진동 그리고 접촉 스트레스 등에 의해서 발생되었다. 목, 어깨에 발생하는 질환은 반복, 힘 그리고 자세와 연관이 있고 팔, 팔꿈치에 발생하는 질환은 진동과 힘에 연관이 있다. 손, 손목에 발생하는 질환은 반복, 힘, 진동 그리고 혼합적인 작업에 의하여 질환이 발생되고 허리에 발생하는 질환은 들기 힘든 동작, 자세 그리고 전신진동에 의한 작업으로 인하여 질환이 유발하였다.

셋째, 근골격계 질환을 유발하는 부담 작업들의 유해도를 측정하는 현행도구들의 평가기법을 비교한 결과 부담 작업의 유해도를 평가하기 위해 많은 도구가 사용되고 있으나 작업특성, 자세 등에 따라 평가가 가능한 부분과 평가가 불가능한 경우가 있어 평가도구의 적용 시 유의할 필요가 있다. 특히 유해요인 조사 시 사용되는 현행도구들은 특정한 신체부위를 측정하기 위하여 특화되어 있었다.

넷째, 유해요인 조사를 통한 전자업종 관련 부담 인자 에 대한 실태분석 결과 부적절한 자세 ,과도한 힘, 반복, 작업의 지속시간 그리고 진동 순으로 근골격계 부담을 주는 인자임을 검증하였고 부위별 통증으로 어깨, 허리, 손/손목, 다리, 목 그리고 팔/팔꿈치 순으로 통증이 유발됨을 파악하였다.. 따라서 근골격계 관련 부담지수 측정을 위한 유해도 평가기법은 위 다섯 가지 부담인자를 측정할 수 있어야만 한다고 할 수 있다.

다섯째, 근골격계 유해요인조사 인식수준 실태에 대한 회귀분석 결과 유해도 평가 적용방법, 인식에 대한 문제점, 기본기법의 문제점 그리고 유해요인조사의 필요성으로 인하여 인식수준의 변화가 발생했으며 집단 간 인식수준 차이가 가장 많이 유발되는 원인으로 기존 기법의 문제점을 지적했다. 따라서 기존 유해도 조사의 문제점을 개선한 평가기법 제안이 필요한 시점임을 암시하며 개선해야할 문제점들로 유해요인조사의 내용과 수준의 적절성을 강화해야하며 유해도 평가 기준의 적절성을 강화할 필요가 있다.

여섯째, 유해도 측정을 위한 부담 작업 평가 기법은 과도한 힘을 측정하기 위한 부품 무게와 공구무게, 반복성을 측정하기 위한 작업반복 횟수와 반복이동거리, 부자연스러운 자세를 측정하기위한 팔, 손목, 어깨위치 그리고 목, 허리위치로 구분하여 측정하며 추가로 진동과 지속시간을 측정할 수 있는 평가기법을 제안하였다.

일곱째, 제안된 평가기법에 대한 신뢰성과 유효성에 대하여 가설 검증한 결과 가설 1-1, 가설 1-2, 가설 1-3에 대하여 유의하였으며 결과적으로 가설 1 작업자의 일반적인 특성과 현행 인간공학적 평가 기법의 적절성 및 신뢰성에는 정적 혹은 부적 관계가 있음을 검증하였다. 또한 가설 2-1, 가설2-2, 가설2-3에 대하여 유의하였다. 따라서 가설 2 정량화 기법을 사용한 경험 유무로 인하여 부담지수 정량화 기법에 대한 유효성에 영향관계가 있다.

결과적으로 본 연구를 통해 검증된 새로운 평가기법은 기존의 어렵고 복잡한 유해도 평가기법을 대체할 수 있으며, 전자업종 뿐만 아니라 제품의 조립작업과 같은 형태의 반복 작업이 많은 중소기업 어느 사업장에서도 쉽게 적용이 가능하기 때문에 본 연구에서 제시하는 정량화 방안을 적용한 사업장은 근골격계 질환 예방에 많은 효과가 있을 것으로 기대된다.

## 제2절 연구의 한계점

본 연구가 제안하는 평가방안은 각 인자들의 강도 수준이 일률적이기 때문에 각 측정 인자별 특이사항을 반영하지 못한다는 점과 개선시켜야할 작업의 부담지수 마지노선의 객관적 하한점을 제시하지 못한다는 점은 연구의 한계라 할 수 있다.

## 참 고 문 헌

1. 강선희, “초음파 검사종류가 검사자의 근골격계질 증상에 미치는 영향”, 아주대 석사학위, 2007,
2. 구본언, “근골격계 부담작업의 작업환경개선 모형의 개발”, 건국대학교 박사학위, 2006,
3. 구본언, “조선업종에 있어서의 근골격계 질환 현황”, 춘계인간공학회, 2005
4. 권오채, “반복적인 손목 및 손가락 작업에서의 수작업 부하 평가”, 1998
5. 김대성, “근골격계 질환 예방을 위한 유해요인 평가 및 관리모델 개발에 관한 연구”, 인천대학교 박사학위, 2009,
6. 김대성, “작업자세에 대한 인간공학적 평가도구들 비교”, 추계인간공학회, 1999
7. 김유창, “근골격계 질환 예방을 위한 조선업종에서 인간공학 프로그램의 운영과 효과에 관한 연구”, 한국안전학회지, 2006
8. 김재형, “근골격계 질환의 제도적 문제점 및 대응책에 관한 연구”, 홍익대 석사학위, 2003
9. 김정희, “치과위생사의 근골격계 질환 지각증상과 직무스트레스”, 대구한의대대학원 박사학위, 2011,
10. 김철홍, “국내 자동차 산업의 근골격계 질환 실태에 관한 연구”, 산업경영시스템 학회지, 2001
11. 노동부, “근골격계 질환 예방의무 해설”, 2004
12. 노동부, “단순반복작업 근로자 작업관리지침”, 노동부 고시 제2000-72호
13. 박국무, “인간공학작업부하 평가기법을 이용한 근골격계 부담작업 판정기준의 정확성 평가”, 대한인간공학회, 2006
14. 박동현, “작업관련성 근골격계 질환의 인간공학적 평가 기법들에 대한 상용성 평가”, 대한안전경영과학회지, 2011
15. 박진국, “조선업 근로자들에서 업무관련성 근골격계 질환의 위험요인”, 인제대학교 박사학위, 2002

16. 박중민, “근로자의 근골격계 질환 자각증상과 관련요인에 관한 연구”, 대구한의대 석사학위, 2011,
17. 배성규, “작업성 근골격계 질환에 대한 직무스트레스 중심의 위험요인 및 경로 분석 모델에 대한 연구”, 인하대학교 박사학위, 2006,
18. 서경대, “미용업 종사자의 작업자세 평가와 감정노동, 직무 및 사회심리적 스트레스”, 박사학위, 2011,
19. 오정환, “케이블 제조업체 근로자들의 근골격계 부담작업 유해요인과 증상 호소율”, 가천의대 석사학위, 2007,
20. 이동경, “전자업종의 근골격계 질환관련 인간공학적 위험인자에 관한 연구”, 한성대학교 박사학위, 2003,
21. 이만수, “충청지역 중소기업의 근골격계 질환 예방 관리현황에 대한 연구”, 호서대 박사학위, 2006,
22. 이승규, “소방관의 업무 및 일상생활요인과 근골격계 질환의 상관성”, 가천의대, 석사학위 2007,
23. 이인석, “근골격계 부담작업 유해요인조사 이행 실태 조사”, 한국안전학회지, 2011
24. 이인석, “근골격계 부담작업 유해요인조사 제도에 대한 전문가 의견 조사”, 한국안전학회지, 2009
25. 이인석, “근골격계 질환 예방을 위한 인간공학적 방법론 및 사례 소개”, 인간과학응용연구소, 2003
26. 이주일, “건설 근로자의 근골격계 질환 발생 현황 및 예방대책에 관한 연구”, 명지대학교 박사학위, 2011
27. 이준화, “자동차 조립작업시 작업자세, 휴식시간, 작업형태에 따른 작업부하의 변화에 관한 연구, 인천대학교 대학원 석사학위, 2001
28. 이흥태, 작업성 근골격계 질환 예방을 위한 산업보건 정보시스템의 개발, 금오공대 석사학위, 2005,
29. 임은석, 지하철 차량 정비작업자의 근골격계 질환 조사 : 작업강도 변화를 중심으로, 서울산업대, 석사학위, 2007,

30. 정병용, 유해요인조사 제도의 고찰 및 발전방향, 대한인간공학회, 2007
31. 정병용, 인간공학적 작업장 개선, 한국산업안전공단, 2002
32. 정영곤, 건설업 종사자의 근골격계 질환 관련작업 실태와 관련 요인, 대구한의대 석사학위, 2004
33. 정진주, 직무트경에 따른 근골격계 질환 발생과 보건관리체계에 관한 연구, 한국산업안전공단, 2001
34. 진창원, 청각의존 컴퓨터 작업이 시각장애이의 근골격계 자각증상, 근피로도 및 통증 역치에 미치는 영향, 삼육대학교 박사학위, 2011.
35. 최용휴, 직업성 근골격계 질환의 발생요인 및 발생분포에 관한 연구, 한국산업안전공단, 2002
36. 한복순, 작업관련성 근골격계질 증상 유병률 및 관련요인 분석, 이화여대 박사학위, 2006,
37. American National Standards Institute, "Control fo Work-related Cumulative Taruma Disorders", Part 1, Upper Extremities working draft, ANSI Z-365, 1996
38. Bergquist U, Wolgast E, Nilsson B, Voss M, "The influence of VDT work on musculoskeletal disorders", Ergonomice, 38(4) : 754-762, 1995.
39. Bernard,B.(ED), "Musculoskeletal disorders and workplace factors : A critical review of epidmiologic evidence for work-related musculoskeletal disorders of the neck, upper extremity, and low back", DHHS(NIOSH)pulicution No. 97-147, 1997
40. Bonger PM, Winter CR, Kompier M, Hilderbrandt V, "Psychosocial factors at work and musculoskeletal disease", Scand J Work Environ Health, 19, 297-312, 1993
41. Bureau of Labor Statistics and U.S Department of Labor, "Number of Nonfatal Occupaional Injuries and Illnesses with Days away from Work Involving musculoskeletal disorders by selected Worker and Case Characteristics 2003", Washington, DC, 2005
42. Bureau of Labor Statistics, "Occupational Injuries and illnesses in the

- United States by Industry", Washington, DC, U.S. Dept. of Labor, 1997
43. Cincinnati, "OH : US Department of health and humam services", 7(1)-7(10), 1997.
  44. Evanoff BA, Rosenstock L "Psychophysiologic stressors and work organization. In : Rosenstock L, Cullen MR, editors, Textbook of clinical occupational and environmental medicine", W. B. Saunders company, 717-28, 1994.
  45. Hagberg, M, Wegman, D.H, "Prevalence rates and odds ratios of shoulders-neck diseases in different occupational groups", British Journal of Industrial Medicine, 1987
  46. Hignett & McAtamney, L., "Technical Note: Rapid Entire Body Assessment(REBA)", Applied Ergonomics, Vol 31, pp201-205, 2000
  47. Kibom A Person J, "Work technique and its consequences for musculoskeletal disorders", Ergonomics, 273-279, 1987
  48. M. Hagberg, B, Silverstein, R.Wells, M. Smith, "Work Related Musculoskeletal Disorder", 1995
  49. Malchaire, J, Cock, N & Vergracht, "Review of the factors associated with musculoskeletal problems in epidemiological studies", Int Arch Occup environ Health, 74(2), 79-90, 2001
  50. Melin B, Lundberg, "Psychological and Psychophysiological stress reactions of male and female assembly workers; a comparison between two different forms of work organization", Organize Behave, 1999
  51. National Academy of Sciences, "National Research Council : Work-Related musculoskeletal Disprders Report, Workshop summary, and Workshop Papers", Nationnal Academy Press, 3-31, 1999.
  52. National Institute of Occupational Safety and Health, "Musculoskeletal disorders and workpalce factors, A Cirtical review of epidemiologic evidence for work-related muscullsketal disorders of neck, upper extremity and low back". 97-141, 1997.

53. National Institute of Occupational Safety and Health, "NIOSH health hazard evaluation report", NIOSH report, 1993
54. Occupational Safety and Health Administration, "Nonfatal occupational illness by category of illness, private industry", US Department of Labor. 1997
55. Ontario Women's Work-Related Survey, "Descriptive Summary, A Paper prepared by York University York Center for Health Studies and the Institute for Social Research", Feldberg, G, Northrup, D, Shannon, 1996
56. Stephan Konz, Steven Johnson, "Work Design industrial ergonomics", Holcomb Hathaway, 1998
57. U.S. Department of Health and Human Services, "musculoskeletal disorders and workplace factors", 1997
58. Valachi B, Valachi K, "Mechanisms leading to musculoskeletal disorders in dentistry", Am J Dent Assoc, 134, 1344-1350, 2003
59. Westdaard RH, "Effect of physical and mental stressors on muscle pain Scand J work Environ Health" 25(4) : S19-24, 1999.
60. Bureau of LaborStatistics, "Occupational Injuries and illnesses", <http://www.bls.gov>, 2004



# 부록 1-2. RULA Worksheet

척



1

최종 상박점수 =



업할 때: +1  
+1

최종 하박점수 =



다면: +1

최종 손목점수 =

면: +1  
린: +2

다른 점수를 보자 손목 비틀림 점수 =   
점수를 Table A에서 자세 환산 점수 A =

들어, 1분 이상 한 자세를 유지하거나  
을 하는 경우: +1  
의 점수  
: +0  
할적으로): +1  
적)가작스런 충격 또는 힘의 사용: +3

근육 사용 점수 =

무게/힘 점수 =

SCORES  
<TABLE A>

상박	하박	손목							
		1		2		3		4	
		손목 구부림							
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3	2	3	3	3	3	3	4	4
2	1	2	3	3	3	3	4	4	4
	2	3	3	3	3	3	4	4	4
	3	3	4	4	4	4	4	5	5
3	1	3	3	4	4	4	4	5	5
	2	3	4	4	4	4	4	5	5
	3	4	4	4	4	4	5	5	5
4	1	4	4	4	4	4	5	5	5
	2	4	4	4	4	4	5	5	5
	3	4	4	4	5	5	5	6	6
5	1	5	5	5	5	5	6	6	7
	2	5	6	6	6	6	7	7	7
	3	6	6	6	7	7	7	7	8
6	1	7	7	7	7	7	8	8	9
	2	8	8	8	8	8	9	9	9
	3	9	9	9	9	9	9	9	9

<TABLE C>

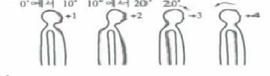
	1	2	3	4	5	6	7+
1	1	2	3	3	4	5	5
2	2	2	3	4	4	5	5
3	3	3	3	4	4	5	6
4	3	3	3	4	5	6	6
5	4	4	4	5	6	7	7
6	4	4	5	6	6	7	7
7	5	5	6	6	7	7	7
8	5	5	6	7	7	7	7

최종 점수 =

3=안전한 공정, 3-4점=부분적 개선과 추후조사가 필요한 공정, 5-6=빠른 작업개선과 작업위험요인의 분석이 요구, 7점=즉각적인 작업환경의 개선과 위험요인 분석이 요구됨

## B. 목, 몸통, 다리의 분석

단계9: 목의 위치와 상태



단계9-1: 평가하여... 목이 최전한다면: +1 목이 옆으로 구부러진다면: +1

단계10: 몸통의 위치와 상태



단계10-1: 평가하여... 앉은자세-등이 잘 지지되는 경우 등이 잘지지되지 못한 경우 몸통이 최전한다면: +1 몸통이 옆으로 구부러진다면: +1

단계11: 다리

바닥면이 고르고 다리와 발의 균형이 좋은 경우: +1 그렇지 않다면: +2

<TABLE B>

목	몸통					
다리	1	2	3	4	5	6
1	1	2	1	2	1	2
2	1	3	2	3	3	4
3	2	3	2	3	4	5
4	3	3	3	4	5	6
5	4	5	5	6	6	7
6	5	7	7	7	8	8
7	6	8	8	8	8	9
8	8	8	8	8	8	9

단계12: Table B에서 자세에 따른 점수를 보자

9,10,11단계에서 자세에 따른 점수를 Table B에서 환산해보면

단계13: 근육 사용 정도의 점수  
자세가 경직적이거나 또는 분당 4회 이상 반복작업을 하는 경우: +1

단계14: 무게나 힘이 부가될 때의 점수  
2 kg 이하의 부하(간헐적으로): +0  
2 kg에서 10 kg 사이의 부하(간헐적으로): +1  
2 kg에서 10 kg 사이의 부하(정적이거나 반복작업일 경우): +2  
10 kg 이상의 부하(정적, 반복적)/갑작스런 충격 또는 힘의 사용: +3

단계15: Table C에서 가로축 찾기  
위에서 분석한 목, 몸통, 다리 및 자세로부터 구한 점수를 합하여 Table C에서 가로축에 적용시킨다.

= 최종 목 점수

= 최종 몸통 점수

= 최종 다리 점수

= 자세 변환 점수 B

= 근육 사용 점수

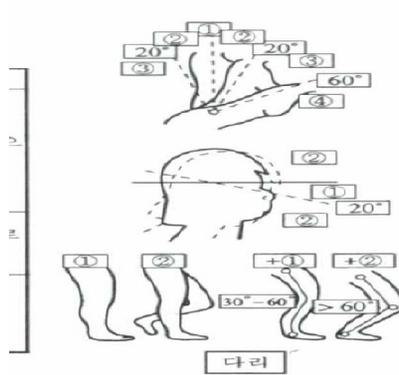
= 무게/힘 점수

= 최종 목, 몸통, 다리의 점수

부록 2-1. REBA 기법 최종 평가 조치 점수 및 행동점수 결정

REBA 기법 최종 평가 조치 점수													
조치단계	점 수		위험단계				조 치						
0	1		무시해도 좋음				필요없음						
1	2~3		낮음				필요할지도 모름						
2	4~7		보통				필요함						
3	8~10		높음				곧 필요함						
4	11~15		매우 높음				지금 즉시 필요함						
+1 : 한군데 이상 신체부위가 고정되어 있는 경우(예 : 1분이상 잡고 있다) +1 : 좁은 범위에서 반복적인 작업을 하는 경우 (예 : 분단 4분이상 반복하기 - 걷기는 포함되지 않음) +1 : 급하게 넓은 범위에서 변화되는 행동 또는 불안정한 하체의 자세													
REBA 행동점수 결정													
Score B													
Score A		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
	2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
	3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
	4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
	5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
	6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
	7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
	8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
	9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	

부록 2-2. REBA 평가표



윗팔, 아래팔, 손목 평가

구분	움직임	점수	Change Score
윗팔 (position)	20° 뒤로 젖히거나 20° 정도 들림	1	윗팔이 벌어지거나 회전시 : +1 어깨가 틀려진다면: +1
	20° 이상 젖혀짐 20°~45°의 들림	2	
	45°~90° 사이의 들림	3	팔이 무엇인가에 지행되거나 기대어 질 때 : -1
	90° 이상의 들림	4	
아래 팔	60°~100° 사이의 들림	1	추가 내용 없음
	0°~60°의 들림 100° 이상의 들림	2	
손목	0°~15° 사이의 꺾임이나 들림	1	손목이 비틀어질 때: +1
	15° 이상의 꺾임이나 들림	2	

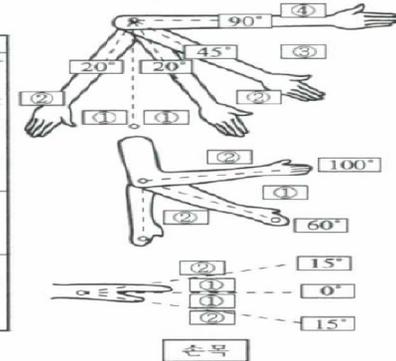


Table C

		Score B													
S c o r e A	1	1	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8	8	8
	3	2	3	3	3	4	4	5	6	7	7	8	8	8	8
	4	3	4	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
	5	4	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9	9
	6	6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10	10
	7	7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	10	11	11	11
	8	8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11	11
	9	9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12
	10	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12
	11	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Table B

윗팔	아래팔					
	1			2		
1	1	2	3	1	2	3
2	1	2	2	1	2	3
3	1	2	3	2	3	4
4	3	4	5	4	5	5
5	4	5	5	5	6	7
6	6	7	8	7	8	9
7	7	8	8	8	9	9

손잡이

0(Good)	1(Fair)	2(Poor)	3(Unacceptable)
무게 중심에 위치한 튼튼하 고 고정된 적절 한 손잡이가 되 어 있는 경우	어느 정도 적절 한 손잡이가 있는 경우 이거 나 대상으로 사 용가능한 경우	바닥 들 수는 있으 나 손으로 들기에 적절하지 않고 손잡이가 있으나 부적절한 경우	손잡이가 없거나 위험한 형태의 손잡이가 있는 경우

행동점수 +

- +1: 한군데 이상 신체부위가 고정되어 있는 경우. 예를 들어, 1분 이상 잡고 있다.
- +1: 좁은 범위에서 반복적인 작업을 하는 경우. 예를 들어, 분당 4회 이상 반복하기(건기는 포함되지 않음)
- +1: 급하게 넓은 범위에서 변화되는 행동 또는 불안정한 하체의 자세

Table B + 손잡이 = Score B =

REBA action levels

Action level	REBA score	Risk level	조치(추가정보조사 조사)
0	1	무시해도 좋음	필요 없음
1	23	낮음	필요할지도 모름
2	4~7	보통	필요함
3	8~10	높음	관 필요함
4	11~15	매우 높음	지금 즉시 필요함

최종점수(REBA Score) =

그리 4 5 24 DDRR 평가표

부록 3. OWAS 작업분석 SHEET

OWAS 작업분석 SHEET																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
부서명	작업설명																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
공정명																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
분석자																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
날 짜																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
자료입력 및 분석	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">신체부위</th> <th colspan="12">작업자세형태</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>허리</td> <td colspan="3">(1) 똑바로 펴 </td> <td colspan="3">(2) 20도이상 구부림 </td> <td colspan="3">(3) 20도이상 비틀 </td> <td colspan="3">(4) 20도이상 비틀어 구부림 </td> </tr> <tr> <td>상지</td> <td colspan="4">(1) 양팔 어깨 아래 </td> <td colspan="4">(2) 한팔 어깨 위 </td> <td colspan="4">(3) 양팔 어깨 위 </td> </tr> <tr> <td>하지</td> <td>(1) 없음 </td> <td>(2) 양발 똑바로 </td> <td>(3) 한발 똑바로 </td> <td>(4) 양무릎 굽힘 </td> <td>(5) 한무릎 굽힘 </td> <td>(6) 두릎 바닥 </td> <td>(7) 걸음 </td> </tr> <tr> <td>무게</td> <td colspan="3">(1) 10kg 미만 </td> <td colspan="3">(2) 10~20kg </td> <td colspan="3">(3) 20kg 이상 </td> </tr> </tbody> </table>	신체부위	작업자세형태												허리	(1) 똑바로 펴 			(2) 20도이상 구부림 			(3) 20도이상 비틀 			(4) 20도이상 비틀어 구부림 			상지	(1) 양팔 어깨 아래 				(2) 한팔 어깨 위 				(3) 양팔 어깨 위 				하지	(1) 없음 	(2) 양발 똑바로 	(3) 한발 똑바로 	(4) 양무릎 굽힘 	(5) 한무릎 굽힘 	(6) 두릎 바닥 	(7) 걸음 	무게	(1) 10kg 미만 			(2) 10~20kg 			(3) 20kg 이상 																																																																																																																																																																																																																																																												
	신체부위	작업자세형태																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
	허리	(1) 똑바로 펴 			(2) 20도이상 구부림 			(3) 20도이상 비틀 			(4) 20도이상 비틀어 구부림 																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
	상지	(1) 양팔 어깨 아래 				(2) 한팔 어깨 위 				(3) 양팔 어깨 위 																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
하지	(1) 없음 	(2) 양발 똑바로 	(3) 한발 똑바로 	(4) 양무릎 굽힘 	(5) 한무릎 굽힘 	(6) 두릎 바닥 	(7) 걸음 																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
무게	(1) 10kg 미만 			(2) 10~20kg 			(3) 20kg 이상 																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
AC 값	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">AC 값</th> <th colspan="3">(1)</th> <th colspan="3">(2)</th> <th colspan="3">(3)</th> <th colspan="3">(4)</th> <th colspan="3">(5)</th> <th colspan="3">(6)</th> <th colspan="3">(7)</th> </tr> <tr> <th>(1)</th><th>(2)</th><th>(3)</th> <th>(1)</th><th>(2)</th><th>(3)</th> <th>(1)</th><th>(2)</th><th>(3)</th> <th>(1)</th><th>(2)</th><th>(3)</th> <th>(1)</th><th>(2)</th><th>(3)</th> <th>(1)</th><th>(2)</th><th>(3)</th> <th>(1)</th><th>(2)</th><th>(3)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">(1)</td> <td>(1)</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td> </tr> <tr> <td>(2)</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td> </tr> <tr> <td>(3)</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>3</td><td>2</td><td>2</td><td>3</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">(2)</td> <td>(1)</td><td>2</td><td>2</td><td>3</td><td>2</td><td>2</td><td>3</td><td>2</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td> </tr> <tr> <td>(2)</td><td>2</td><td>2</td><td>3</td><td>2</td><td>2</td><td>3</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>4</td><td>4</td><td>3</td><td>4</td><td>4</td><td>3</td><td>3</td><td>4</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td> </tr> <tr> <td>(3)</td><td>3</td><td>3</td><td>4</td><td>2</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">(3)</td> <td>(1)</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td> </tr> <tr> <td>(2)</td><td>2</td><td>2</td><td>3</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td> </tr> <tr> <td>(3)</td><td>2</td><td>2</td><td>3</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">(4)</td> <td>(1)</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td><td>2</td><td>3</td><td>2</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td> </tr> <tr> <td>(2)</td><td>3</td><td>3</td><td>4</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>3</td><td>3</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td> </tr> <tr> <td>(3)</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>3</td><td>3</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td> </tr> </tbody> </table>	AC 값	(1)			(2)			(3)			(4)			(5)			(6)			(7)			(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(1)	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	(2)	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	(3)	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	3	1	1	1	1	1	2	(2)	(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	(3)	(1)	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	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	(4)	(1)	2	3	3	2	2	3	2	2	3	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 값	(1)			(2)			(3)			(4)			(5)			(6)			(7)																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)																																																																																																																																																																																																																																																																																															
(1)	(1)	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1																																																																																																																																																																																																																																																																																															
	(2)	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1																																																																																																																																																																																																																																																																																															
	(3)	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	3	1	1	1	1	1	2																																																																																																																																																																																																																																																																																															
(2)	(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																																																																																																																																																																																																																																																																																														
(3)	(1)	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	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																																																																																																																																																																																																																																																																																														
(4)	(1)	2	3	3	2	2	3	2	2	3	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																																																																																																																																																																																																																																																																																														
AC값																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
최종평가	AC 1, 2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	관망의 작업																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
개선방향	AC 3, 4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	재설계가 필요한 작업																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			

부록 4. NLE 작업분석 SHEET

NLE 작업분석 SHEET																		
부서명						작업설명												
공정명																		
분석자																		
날 짜																		
자료입력 및 분석	입력자료																	
	대상물 무게		손의위치				이동 거리	각도		빈도 회/min	작업 시간	손잡이 형태						
			이동전		이동후			이동전	이동후									
	평균	최대	H1	V1	H2	V2	D	A1	A2	F	LD	C						
	분석결과																	
	RWL	=	LC	×	HM	×	VM	×	DM	×	AM	×	FM	×	CM	=	RWL값	LI값
	이동전	=		×		×		×		×		×		×		=		
	이동후	=		×		×		×		×		×		×		=		
	RWL	이동전					LI	$\frac{\text{평균무게}}{RWL^*} = \frac{\quad}{\quad} = \quad$										
이동후																		
위험순위** (개선우선순위)		순위	1	2	3	4	5	6										
	이동전																	
	이동후																	
최종평가	LI ≤ 1			1 < LI ≤ 3			LI > 3											
	특별한 개선 불필요			관리적 개선 대책 필요			공학적 작업개선 반드시 필요											
개선방향																		
* RWL : 이동전 후를 비교하여 적은 값을 기입 ** 위험순위 : HM, VM, DM, AM, FM, CM 중에서 가장 작은 순서 기입(위 : 이동전, 아래 : 이동후)																		

부록 5-1. SI 평가 시 가중치에 따른 점수 결정

평가	힘의 강도	힘의 지속 정도(%)	분당 힘의 빈도(횟수)	손/손목 자세	작업속도	작업시간 (일일)
1	약함	<10	<4	매우 좋음	매우 느림	≤1
2	다소 힘들	10-29	4-8	좋음	느림	1-2
3	힘들	30-49	9-14	보통	보통	2-4
4	매우 힘들	50-79	15-19	나쁨	빠름	4-8
5	한계치에 가까움	≥80	≥20	매우 나쁨	매우 빠름	≥8

부록 5-2. SI 평가 시 계수 결정

평가	힘의 강도	힘의 지속 정도(%)	분당 힘의 빈도(횟수)	손/손목 자세	작업속도	작업시간 (일일)
1	2	0.5	0.5	1.0	1.0	0.25
2	3	1.0	1.0	1.0	1.0	0.50
3	6	1.5	1.5	1.5	1.0	0.75
4	9	2.0	2.0	2.0	1.5	1.00
5	13	3.0	3.0	3.0	2.0	1.50

부록 6. ANSI Z-365 체크리스트 및 최종 평가 조치 점수

ANSI Z-365 체크리스트					
작업공정		분석일자			
작업자		분석자			
위험요인		노출시간			특이사항
		<1시간	1~4시간	>4시간	
반복동작	수초마다 반복(15회이상/분)	0	1	3	
	수분 마다 반복	0	0	1	
중량물 들기	>2.3~6.8kg	0	0	1	
	>6.8~13.5kg	1	1	2	
	>13.5~22.5kg	2	2	3	
	>22.5kg	3	3	3	
밀기 당기기	가볍다(쉽다)	0	0	1	
	중간정도다(견딜만하다)	0	1	2	
	무겁다(힘들다)	1	2	3	
중량물이동 (>3m)	>2.3~6.8kg	0	0	1	
	>6.8~13.5kg	0	1	2	
	>13.5~22.5kg	1	2	3	
작업자세	목/어깨 : overhead/bend	0	1	2	
	extendedreach	0	1	2	
	팔꿈치/팔 : twist	0	1	2	
	손/손목 : bend/pinch	0	1	2	
	허리 : twist/bend	0	1	2	
	무릎 : squat/kneel	0	1	2	
동력공구사용(power tools)		0	1	2	
신체압박(공구 혹은 작업대로부터)		0	1	2	
정적인 자세		0	1	2	
작업환경(저온, 고열, 광선, 진동, 클래어)		0	1	2	
키보드작업		0	1	2	
인센티브제도/작업속도조절불가능		0	1	2	
총점수					
최종 평가 조치 점수					
점 수	위험분류				
0 ~ 9점	정상 작업군				
10 ~ 15점	저 위험성 초과작업				
16점 이상	위험성 초과 작업(적극적 관리 필요)				

부록 7-1. 유해요인 기본조사표

## 유해요인 기본조사표

(※ 해당사항에 √ 하시고, 내용을 기재하십시오)

<b>● 조사 구분</b>	<input type="checkbox"/> 정기조사	수시조사 <input type="checkbox"/> 근골격계질환자 발생시 <input type="checkbox"/> 새로운 작업·설비도입시 <input type="checkbox"/> 업무의 양과 작업공정 등 작업환경 변경시
<b>● 조사 일시</b>		<b>● 조사자</b>
<b>● 부서명</b>		
<b>● 작업공정명</b>		
<b>● 작업명</b>		

가. 작업장 상황 조사

<b>● 작업 설비</b>	<input type="checkbox"/> 변화 없음	<input type="checkbox"/> 변화 있음(언제부터 )
<b>● 작업 량</b>	<input type="checkbox"/> 변화 없음	<input type="checkbox"/> 줄음(언제부터 ) <input type="checkbox"/> 늘어남(언제부터 ) <input type="checkbox"/> 기타( )
<b>● 작업 속도</b>	<input type="checkbox"/> 변화 없음	<input type="checkbox"/> 줄음(언제부터 ) <input type="checkbox"/> 늘어남(언제부터 ) <input type="checkbox"/> 기타( )
<b>● 업무 변화</b>	<input type="checkbox"/> 변화 없음	<input type="checkbox"/> 줄음(언제부터 ) <input type="checkbox"/> 늘어남(언제부터 ) <input type="checkbox"/> 기타( )



부록 7-3. 유해요인 기본조사표

3 단계 : 유해요인 및 원인 평가서

<b>직 증 명</b>					
<p style="margin-left: 20px;">&lt;유해요인 설명&gt;</p> <table border="1" style="width: 100%; height: 200px; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center; vertical-align: middle; padding: 20px;">                 &lt;작업1 사진 또는 그림 첨부&gt;             </td> <td style="width: 50%; text-align: center; vertical-align: middle; padding: 20px;">                 &lt;작업2 사진 또는 그림첨부&gt;             </td> </tr> </table>				<작업1 사진 또는 그림 첨부>	<작업2 사진 또는 그림첨부>
<작업1 사진 또는 그림 첨부>	<작업2 사진 또는 그림첨부>				
<b>작업별로 관찰된 유해요인 원인분석</b>					
	<b>유해요인</b>	<b>유해요인에 대한 원인</b>	<b>총점수</b>		
작업내용1					
작업내용2					

## 근골격계 증상조사표

I. 아래 사항을 직접 기입해 주시기 바랍니다.

성 명		연 령	만 _____세
성 별	<input type="checkbox"/> 남 <input type="checkbox"/> 여	현 직장경력	____년 ____개월째 근무 중
작업부서	_____부 _____라인 _____작업(수행작업)	결혼여부	<input type="checkbox"/> 기혼 <input type="checkbox"/> 미혼
현재하고 있는 작업(구체적으로)	작 업 내 용 : _____ 작 업 기 간 : _____년 _____개월째 하고 있음		
1일 근무시간	_____시간 근무 중 휴식시간(식사시간 제외) ____분씩 ____회 휴식		
현재작업을 하기 전에 했던 작업	작 업 내 용 : _____ 작 업 기 간 : _____년 _____개월 동안 했음		

1. 규칙적인(한번에 30분 이상, 1주일에 적어도 2-3회 이상) 여가 및 취미활동을 하고 계시는 곳에 표시(√)하여 주십시오.  
 컴퓨터 관련활동       악기연주(피아노, 바이올린 등)     뜨개질 자수, 붓글씨  
 테니스/배드민턴/스쿼시     축구/족구/농구/스키       해당사항 없음
  
2. 귀하의 하루 평균 가사노동시간(밥하기, 빨래하기, 청소하기, 2살 미만의 아이 돌보기 등)은 얼마나 됩니까?  
 거의 하지 않는다     1시간 미만     1-2시간 미만     2-3시간 미만     3시간 이상
  
3. 귀하는 의사로부터 다음과 같은 질병에 대해 진단을 받은 적이 있습니까?(해당 질병에 체크)  
 (보기 :  류머티스 관절염     당뇨병     루프스병     통풍     알코올중독)  
 아니오     예('예'인 경우 현재상태는?     완치     치료나 관찰 중)
  
4. 과거에 운동 중 혹은 사고로(교통사고, 넘어짐, 추락 등) 인해 손/손가락/손목, 팔/팔꿈치, 어깨, 목, 허리, 다리/발 부위를 다친 적이 있습니까?  
 아니오     예  
 ('예'인 경우 상해 부위는?     손/손가락/손목     팔/팔꿈치     어깨     목     허리     다리/발)
  
5. 현재 하고 계시는 일의 육체적 부담 정도는 어느 정도라고 생각합니까?  
 전혀 힘들지 않음       견딜만 함       약간 힘들       매우 힘들

부록 8-2. 근골격계 증상조사표

II. 지난 1년 동안 손/손가락/손목, 팔/팔꿈치, 어깨, 허리, 다리/발 중 어느 한 부위에서라도 귀하의 작업과 관련하여 통증이나 불편함(통증, 쑤시는 느낌, 뻣뻣함, 화끈거리는 느낌, 무감각 혹은 찌릿찌릿함 등)을 느끼신 적이 있습니까 ?

아니오(수고하셨습니다. 설문을 다 마치셨습니다.)

예(“예”라고 답하신 분은 아래 표의 **통증부위**에 체크(√)하고, 해당 통증부위의 세로줄로 내려가며 해당사항에 체크(√)해 주십시오)

통증 부위	목 ( )	어깨 ( )	팔/팔꿈치 ( )	손/손목/손가락( )	허리 ( )	다리/발 ( )
1. 통증의 구체적 부위는?		<input type="checkbox"/> 오른쪽 <input type="checkbox"/> 왼쪽 <input type="checkbox"/> 양쪽 모두	<input type="checkbox"/> 오른쪽 <input type="checkbox"/> 왼쪽 <input type="checkbox"/> 양쪽 모두	<input type="checkbox"/> 오른쪽 <input type="checkbox"/> 왼쪽 <input type="checkbox"/> 양쪽 모두		<input type="checkbox"/> 오른쪽 <input type="checkbox"/> 왼쪽 <input type="checkbox"/> 양쪽 모두
2. 한번 아프기 시작하면 통증 기간은 얼마 동안 지속됩니까?	<input type="checkbox"/> 1일 미만 <input type="checkbox"/> 1일 - 1주일 미만 <input type="checkbox"/> 1주일 - 1달 미만 <input type="checkbox"/> 1달 - 6개월 미만 <input type="checkbox"/> 6개월 이상	<input type="checkbox"/> 1일 미만 <input type="checkbox"/> 1일 - 1주일 미만 <input type="checkbox"/> 1주일 - 1달 미만 <input type="checkbox"/> 1달 - 6개월 미만 <input type="checkbox"/> 6개월 이상	<input type="checkbox"/> 1일 미만 <input type="checkbox"/> 1일 - 1주일 미만 <input type="checkbox"/> 1주일 - 1달 미만 <input type="checkbox"/> 1달 - 6개월 미만 <input type="checkbox"/> 6개월 이상	<input type="checkbox"/> 1일 미만 <input type="checkbox"/> 1일 - 1주일 미만 <input type="checkbox"/> 1주일 - 1달 미만 <input type="checkbox"/> 1달 - 6개월 미만 <input type="checkbox"/> 6개월 이상	<input type="checkbox"/> 1일 미만 <input type="checkbox"/> 1일 - 1주일 미만 <input type="checkbox"/> 1주일 - 1달 미만 <input type="checkbox"/> 1달 - 6개월 미만 <input type="checkbox"/> 6개월 이상	<input type="checkbox"/> 1일 미만 <input type="checkbox"/> 1일 - 1주일 미만 <input type="checkbox"/> 1주일 - 1달 미만 <input type="checkbox"/> 1달 - 6개월 미만 <input type="checkbox"/> 6개월 이상
3. 그때의 아픈 정도는 어느 정도입니까 ? (보기 참조)	<input type="checkbox"/> 약한 통증 <input type="checkbox"/> 중간 통증 <input type="checkbox"/> 심한 통증 <input type="checkbox"/> 매우 심한 통증	<input type="checkbox"/> 약한 통증 <input type="checkbox"/> 중간 통증 <input type="checkbox"/> 심한 통증 <input type="checkbox"/> 매우 심한 통증	<input type="checkbox"/> 약한 통증 <input type="checkbox"/> 중간 통증 <input type="checkbox"/> 심한 통증 <input type="checkbox"/> 매우 심한 통증	<input type="checkbox"/> 약한 통증 <input type="checkbox"/> 중간 통증 <input type="checkbox"/> 심한 통증 <input type="checkbox"/> 매우 심한 통증	<input type="checkbox"/> 약한 통증 <input type="checkbox"/> 중간 통증 <input type="checkbox"/> 심한 통증 <input type="checkbox"/> 매우 심한 통증	<input type="checkbox"/> 약한 통증 <input type="checkbox"/> 중간 통증 <input type="checkbox"/> 심한 통증 <input type="checkbox"/> 매우 심한 통증
	<보기>	약한 통증 : 약간 불편한 정도이나 작업에 열중할 때는 못 느낀다 중간 통증 : 작업 중 통증이 있으나 쉬거나 귀가 후 휴식을 취하면 괜찮다 심한 통증 : 작업 중 통증이 비교적 심하고 귀가 후에도 통증이 계속된다 매우 심한 통증 : 통증 때문에 작업은 물론 일상생활을 하기 어렵다				
4. 지난 1년 동안 이러한 증상을 얼마나 자주 경험하십니까 ?	<input type="checkbox"/> 6개월에 1번 <input type="checkbox"/> 2-3달에 1번 <input type="checkbox"/> 1달에 1번 <input type="checkbox"/> 1주일에 1번 <input type="checkbox"/> 매일	<input type="checkbox"/> 6개월에 1번 <input type="checkbox"/> 2-3달에 1번 <input type="checkbox"/> 1달에 1번 <input type="checkbox"/> 1주일에 1번 <input type="checkbox"/> 매일	<input type="checkbox"/> 6개월에 1번 <input type="checkbox"/> 2-3달에 1번 <input type="checkbox"/> 1달에 1번 <input type="checkbox"/> 1주일에 1번 <input type="checkbox"/> 매일	<input type="checkbox"/> 6개월에 1번 <input type="checkbox"/> 2-3달에 1번 <input type="checkbox"/> 1달에 1번 <input type="checkbox"/> 1주일에 1번 <input type="checkbox"/> 매일	<input type="checkbox"/> 6개월에 1번 <input type="checkbox"/> 2-3달에 1번 <input type="checkbox"/> 1달에 1번 <input type="checkbox"/> 1주일에 1번 <input type="checkbox"/> 매일	<input type="checkbox"/> 6개월에 1번 <input type="checkbox"/> 2-3달에 1번 <input type="checkbox"/> 1달에 1번 <input type="checkbox"/> 1주일에 1번 <input type="checkbox"/> 매일
5. 지난 1주일 동안에도 이러한 증상이 있었습니까 ?	<input type="checkbox"/> 아니오 <input type="checkbox"/> 예					
6. 지난 1년 동안 이러한 통증으로 인해 어떤 일이 있었습니까 ?	<input type="checkbox"/> 병원·한의원 치료 <input type="checkbox"/> 약국치료 <input type="checkbox"/> 병가, 산재 <input type="checkbox"/> 작업 전환 <input type="checkbox"/> 해당사항 없음 기타 ( )	<input type="checkbox"/> 병원·한의원 치료 <input type="checkbox"/> 약국치료 <input type="checkbox"/> 병가, 산재 <input type="checkbox"/> 작업 전환 <input type="checkbox"/> 해당사항 없음 기타 ( )	<input type="checkbox"/> 병원·한의원 치료 <input type="checkbox"/> 약국치료 <input type="checkbox"/> 병가, 산재 <input type="checkbox"/> 작업 전환 <input type="checkbox"/> 해당사항 없음 기타 ( )	<input type="checkbox"/> 병원·한의원 치료 <input type="checkbox"/> 약국치료 <input type="checkbox"/> 병가, 산재 <input type="checkbox"/> 작업 전환 <input type="checkbox"/> 해당사항 없음 기타 ( )	<input type="checkbox"/> 병원·한의원 치료 <input type="checkbox"/> 약국치료 <input type="checkbox"/> 병가, 산재 <input type="checkbox"/> 작업 전환 <input type="checkbox"/> 해당사항 없음 기타 ( )	<input type="checkbox"/> 병원·한의원 치료 <input type="checkbox"/> 약국치료 <input type="checkbox"/> 병가, 산재 <input type="checkbox"/> 작업 전환 <input type="checkbox"/> 해당사항 없음 기타 ( )

## 설문지

안녕하십니까?

이 설문지는 근골격계 질환 예방을 위하여 만들어진 것입니다. 응답해 주신 모든 자료는 작업장 안전 확보와 산업안전관련 제도를 개선하기 위한 기초 자료가 됩니다.

설문결과는 연구용도로만 사용되어지며 응답 해주신 분이나 소속 기관에 관한 사항은 절대 비밀이 보장 되오니 모든 설문에 빠짐없이 응답해 주시기 바랍니다.

귀하의 성실한 답변은 산업안전보건과 재해예방을 위하여 유용한 자료가 됩니다. 바쁘시더라도 설문에 참여하여 주실 것을 부탁드립니다.

끝으로 협조에 감사드리며, 귀하의 건강과 무궁한 발전을 기원합니다.

조선대학교 대학원 산업안전공학과 정문조 올림

부록 9-2. 1차 설문지

<p>■ 일반사항</p>						
<p>1. 성 별 : ① 남성 ② 여성</p> <p>2. 키 : ①165cm미만 ②165~170cm ③170~175cm ④175~180cm ⑤180cm이상</p> <p>3. 연 령 : ①20세미만 ②20~30세 ③30~40세 ④40~50세 ⑤50세이상</p> <p>4. 몸무게 : ①60kg미만 ②60~70kg ③70~80kg ④80~90kg ⑤90kg이상</p> <p>5. 직 종 : ① 작업 ② 관리 ③ 지원</p> <p>6. 근 무 : ①9시간미만 ②9~10시간 ③10~11시간 ④11~12시간 ⑤12시간이상</p>						
<p>다음은 근골격계 질환 유발요인을 측정하기 위한 설문입니다.</p>						
7	귀하의 작업시간은 어느정도입니까?	매우 많다	많다	보통 이다	적다	매우 적다
8	귀하의 근무시간은 어떻게 되십니까? (ex. 교대근무등)	매우 많다	많다	보통 이다	적다	매우 적다
9	귀하의 작업경력은 어떻게 되십니까?	매우 많다	많다	보통 이다	적다	매우 적다
10	귀하의 현재 작업하는 방법은 어떤가요?	매우 적절	적절	보통 이다	부적절	매우 부적절
11	귀하의 작업내용은 반복 작업이 있나요?	매우 많다	많다	보통 이다	적다	매우 적다
12	귀하의 현재 작업하는 자세는 불편한가요?	매우 적절	적절	보통 이다	부적절	매우 부적절
13	귀하의 작업내용중 힘을 쓰는 작업이 있나요?	매우 많다	많다	보통 이다	적다	매우 적다
14	귀하는 작업도중 접촉스트레스에 시달린적이 있 나요?	매우 많다	많다	보통 이다	적다	매우 적다
15	귀하는 작업도중 기계의 진동으로 인한 손목이 나 발목등에 무리가 가해진적이 있나요?	매우 많다	많다	보통 이다	적다	매우 적다

부록 9-3. 1차 설문지

16	귀하의 작업은 단조롭고 따분하다 느끼시나요?	매우 그렇다	그렇다	보통이다	아니다	매우 아니다
17	귀하는 하루의 일과를 마친후 피로를 느끼시나요?	매우 그렇다	그렇다	보통이다	아니다	매우 아니다
18	매일 매일 과도한 업무가 주어진다고 느끼시나요?	매우 그렇다	그렇다	보통이다	아니다	매우 아니다
19	현재 하고 있는 작업방법이 적절하다고 생각하시나요?	매우 그렇다	그렇다	보통이다	아니다	매우 아니다
20	생산량이나 생산속도가 변함에 따라 불안해 지나요?	매우 그렇다	그렇다	보통이다	아니다	매우 아니다
21	작업방식이나 작업조건등의 변화에 따라 피로감을 느끼시나요?	매우 그렇다	그렇다	보통이다	아니다	매우 아니다
22	사회적인 경기의 변화에 따라 불안감을 느끼시나요?	매우 그렇다	그렇다	보통이다	아니다	매우 아니다
23	고용불안에 시달린적이 있으신가요?	매우 그렇다	그렇다	보통이다	아니다	매우 아니다

부록 9-4. 1차 설문지

다음은 근골격계 부담 작업의 현상태를 측정하기 위한 설문입니다.						
1	하루에 총 4시간 이상 집중적으로 자료입력 등을 위해 키보드 또는 마우스를 조작하는 작업	매우 많다	많다	보통 이다	적다	매우 적다
2	하루에 총 2시간 이상 목, 어깨, 팔꿈치, 또는 손목 또는 손을 사용하여 같은 동작을 반복하는 작업	매우 많다	많다	보통 이다	적다	매우 적다
3	하루에 총 2시간 이상 머리 위에 손이 있거나, 팔꿈치가 어깨위에 있거나, 팔꿈치를 몸통으로부터 들거나, 팔꿈치를 몸통 뒤쪽에 위치하도록 하는 상태에서 이루어 지는 작업	매우 많다	많다	보통 이다	적다	매우 적다
4	지지되지 않은 상태이거나 임의로 자세를 바꿀 수 없는 조건에서, 하루에 총 2시간 이상 목이나 허리를 구부리거나 트는 상태에서 이루어지는 작업	매우 많다	많다	보통 이다	적다	매우 적다
5	하루에 총 2시간 이상 쪼그리고 앉거나 무릎을 굽힌 자세에서 이루어지는 작업	매우 많다	많다	보통 이다	적다	매우 적다
6	하루에 총 2시간 이상 지지되지 않은 상태에서 1kg 이상의 물건을 한손의 손가락으로 집어 옮기거나, 2kg 이상에 상응하는 힘을 가하여 한손의 손가락으로 물건을 쥐는 작업	매우 많다	많다	보통 이다	적다	매우 적다
7	하루에 총 2시간 이상 지지되지 않은 상태에서 4.5kg 이상의 물건을 한손으로 들거나 동일한 힘으로 쥐는 작업	매우 많다	많다	보통 이다	적다	매우 적다
8	하루에 10회 이상 25kg 이상의 물체를 드는 작업	매우 많다	많다	보통 이다	적다	매우 적다
9	하루에 25회 이상 10kg 이상의 물체를 무릎 아래에서 들거나, 어깨 위에 들거나, 팔을 뻗은 상태에서 드는 작업	매우 많다	많다	보통 이다	적다	매우 적다
10	하루에 총 2시간 이상, 분단 2회 이상 4.5kg 이상의 물체를 드는 작업	매우 많다	많다	보통 이다	적다	매우 적다
11	하루에 총 2시간 이상 시간당 10회 이상 손 또는 무릎을 사용하여 반복적으로 충격을 가하는 작업	매우 많다	많다	보통 이다	적다	매우 적다

## 설문지

안녕하십니까?

이 설문지는 근골격계 질환 예방을 위하여 만들어진 것입니다. 응답해 주신 모든 자료는 작업장 안전 확보와 산업안전관련 제도를 개선하기 위한 기초 자료가 됩니다.

설문결과는 연구용도로만 사용되어지며 응답 해주신 분이나 소속 기관에 관한 사항은 절대 비밀이 보장 되오니 모든 설문에 빠짐없이 응답해 주시기 바랍니다.

귀하의 성실한 답변은 산업안전보건과 재해예방을 위하여 유용한 자료가 됩니다. 바쁘시더라도 설문에 참여하여 주실 것을 부탁드립니다.

끝으로 협조에 감사드리며, 귀하의 건강과 무궁한 발전을 기원합니다.

조선대학교 대학원 산업안전공학과 정문조 올림







## 설문지

안녕하십니까?

이 설문지는 근골격계 질환 예방을 위하여 만들어진 것입니다. 응답해 주신 모든 자료는 작업장 안전 확보와 산업안전관련 제도를 개선하기 위한 기초 자료가 됩니다.

설문결과는 연구용도로만 사용되어지며 응답 해주신 분이나 소속 기관에 관한 사항은 절대 비밀이 보장 되오니 모든 설문에 빠짐없이 응답해 주시기 바랍니다.

귀하의 성실한 답변은 산업안전보건과 재해예방을 위하여 유용한 자료가 됩니다. 바쁘시더라도 설문에 참여하여 주실 것을 부탁드립니다.

끝으로 협조에 감사드리며, 귀하의 건강과 무궁한 발전을 기원합니다.

조선대학교 대학원 산업안전공학과 정문조 올림



부록 11-3. 3차 설문지

9	<p>귀하께서는 현행 평가기법이 중.소기업에서도 쉽게 적용이 가능하다고 생각하십니까?</p> <p><input type="checkbox"/> 매우 그렇다  <input type="checkbox"/> 보통이다  <input type="checkbox"/> 어렵다  <input type="checkbox"/> 매우 어렵다 (전문성이 필요하다)</p>
10	<p>귀하께서는 현행 평가기법이 중.소기업에 적용하기 어려운 이유는 무엇이라고 생각하십니까? (복수 응답 가능)</p> <p><input type="checkbox"/> 적절한 평가기법 선택 및 분석 등 전문성이 필요하다  <input type="checkbox"/> 분석에 필요한 시간이 많이 소요된다  <input type="checkbox"/> 전담인력 등 인프라가 부족하다  <input type="checkbox"/> 적용하기 어렵지 않다.</p>
10	<p>중소규모 사업장의 경우 인간공학적 평가기법을 적용하기 어려운 실정을 감안하여 새로운 평가기법의 개발이 필요하다고 생각하십니까?</p> <p><input type="checkbox"/> 새로운 평가기법의 개발이 매우 필요하다  <input type="checkbox"/> 필요하다고 생각한다  <input type="checkbox"/> 필요하지 않다  <input type="checkbox"/> 기타 ( )</p>
<p><b>다음은 전자업종 부담지수 정량화 기법에 대한 유효성을 조사하기 위한 설문입니다.</b></p>	
12	<p>귀하께서는 전자업종 부담지수 정량화 기법을 사용하여 부담지수를 평가해본 경험이 있습니까?</p> <p><input type="checkbox"/> 평가해본 경험이 많다  <input type="checkbox"/> 최근 평가 경험이 있다  <input type="checkbox"/> 평가 경험이 없다  <input type="checkbox"/> 들어본 적 없다</p>
13	<p>귀하께서는 전자업종 부담지수 정량화 기법이 사용이 간편하다고 생각하십니까?</p> <p><input type="checkbox"/> 매우 그렇다  <input type="checkbox"/> 간편하다고 생각한다  <input type="checkbox"/> 보통이다  <input type="checkbox"/> 간편하지 않다</p>
14	<p>귀하께서는 전자업종 부담지수 정량화 기법이 사용하기 간편하다고 생각하는 이유는 무엇입니까? (복수응답 가능)</p> <p><input type="checkbox"/> 전문가가 아니어도 쉽게 적용이 가능하다  <input type="checkbox"/> 분석에 필요한 시간이 짧게 소요된다  <input type="checkbox"/> 부담지수 정량화가 쉽다  <input type="checkbox"/> 기타 ( )</p>

부록 11-4. 3차 설문지

15	<p>귀하께서는 전자업종 부담지수 정량화 기법을 사용하는 것이 중·소기업의 유해도 평가에 도움이 된다고 생각하십니까?</p> <p><input type="checkbox"/> 매우 도움이 된다  <input type="checkbox"/> 도움이 된다  <input type="checkbox"/> 보통이다  <input type="checkbox"/> 도움이 되지 않는다</p>
16	<p>귀하께서는 전자업종 부담지수 정량화 기법이 근골격계 질환 예방에 도움이 된다고 생각하십니까?</p> <p><input type="checkbox"/> 매우 그렇다  <input type="checkbox"/> 그렇다  <input type="checkbox"/> 보통이다  <input type="checkbox"/> 도움이 않된다</p>
17	<p>귀하께서는 전자업종 부담지수 정량화 기법에 대한 신뢰도는 어느정도입니까?</p> <p><input type="checkbox"/> 매우 신뢰하고 있다  <input type="checkbox"/> 신뢰하는 편이다  <input type="checkbox"/> 보통이다  <input type="checkbox"/> 신뢰하지 않는다</p>
18	<p>귀하께서는 전자업종 부담지수 정량화 기법을 유해도 평가기법으로 적극 활용할 생각이 있습니까?</p> <p><input type="checkbox"/> 매우 그렇다  <input type="checkbox"/> 그렇다  <input type="checkbox"/> 보통이다  <input type="checkbox"/> 활용하지 않겠다</p>

## 감사의 글

박사 학위 논문이라는 최종 목표를 두고 직장생활과 학업을 병행하며 열심히 달려왔지만 지나온 과정들의 너무나도 힘들고 어려웠던 기억을 되새겨 봅니다. 학업에 대한 열정 하나로 시작했지만 많이 부족했던 저에게 논문을 완성할 수 있도록 아낌없는 가르침과 조언을 해 주신 지도교수 박해천 교수님과, 바쁘신 일정 중에도 정성스럽게 조언과 심사를 해 주신 김종래 교수님, 김현수 교수님, 최형일 교수님, 김의식 교수님께 무한한 감사를 드립니다.

또한, 바쁜 일정에도 아낌없는 조언과 도움으로 격려해 주신 이안섭 교수님, 조상훈 연구원, 심철우 연구원, 이경훈 연구원 그리고 동료인 강인원 연구원에게 진심으로 고마운 마음을 전합니다. 그리고 설문조사에 적극적으로 참여하여 도움을 주신 재해예방 기관 및 사업장 안전보건 관계자분들에게도 진심으로 감사드립니다. 많은 분들의 도움이 있어 이 한편의 논문이 완성될 수 있었습니다. 다시 한 번 감사의 말씀을 드립니다.

멀리 떨어져 있지만 나를 이렇게 키워 주시고 한 평생 희생하면서 힘이 되어주신 사랑하는 어머니께 감사를 드립니다. 그리고 힘들고 어려운 시기를 같이 보내며 말없이 응원을 해준 사랑하는 저의 아내와 큰 아들 병선, 둘째 철, 셋째 병현이와 이 기쁨을 나누고 싶습니다.

안전보건 분야의 전문가가 되어 재해예방 및 산업보건에 기여하겠다는 일념으로 매진해 오는 동안 힘들고 지칠 때 마다 격려를 아끼지 않았던 사업장 모든 관계자분들께 감사의 마음을 전하며 끝까지 초심을 잃지 않도록 항상 최선을 다하는 사람이 되기 위해 노력 하겠습니다.

2012년 7월 9일 정문조 드림