碩 士 學 位 論 文
指導敎授 鄭 炳 榕

연구개발작업자의 인간공학적 작업환경개선에 관한 연구

2 0 0 7 年

漢城大學校 一般大學院
産 業 工 學 科
産 業 工 學 專 攻
黃 碩 起

碩 士 學 位 論
指導敎授 鄭 炳

연구개발작업자의 인간공학적 작업환경개선에 관한 연구

A Study on Ergonomic Working Environment Improvement of Researcher & Developer

위 論文을 産業工學 碩士學位論文으로 提出함

2006 年 12 月

漢城大學校 一般大學院
産 業 工 學 科
産 業 工 學 專 攻
黃 碩 起

黃 碩 起의 産業工學 碩士學位 論文을 認定함

2006年 12月

심사 위원장 김 대 홍 (인)

심 사 위 원 정 병 용 (인)

심 사 위 원 이 재 득 (인)

목 차

1. 서론 1
1.1. 연구의 배경 1
1.2. 연구의 필요성 및 목적 4

2. 연구 방법 7
2.1. 설문조사 7
2.2. 작업 측정 9
2.3. 분석 및 평가 방법 9

3. 연구 결과 12
3.1. 설문조사 결과 12
3.2. 작업분석 결과 24
3.3. 개선안 검토 31

4. 결론 및 검토 38

참 고 문 헌 40

ABSTRACT 45

표 목 차

표 1-1. 한국과 미국의 연도별 산업재해자수와 근골격계 질환자수 ····· 2
표 1-2. 한국의 업무상 질병자수와 근골격계 질환자수 ····· 3
표 1-3. 한국의 업종별 산업재해자수 ····· 5
표 2-1. 설문참여자 ····· 8
표 2-2. 자각 증상에 의한 판정 기준 ····· 10
표 3-1. 작업자 특성 ····· 12
표 3-2. 작업자 성별특성 ····· 13
표 3-3. 소프트웨어 그룹 근로자 OWAS평가 결과 ····· 25
표 3-4. 하드웨어 그룹 근로자 OWAS평가 결과 ····· 26
표 3-5. 소프트웨어 그룹 근로자의 RULA평가 결과 ····· 27
표 3-6. 하드웨어 그룹 근로자의 RULA평가 결과 ····· 28
표 3-7. 소프트웨어 그룹 근로자의 REBA평가 결과 ····· 29
표 3-8. 하드웨어 그룹 근로자의 REBA평가 결과 ····· 30
표 3-9. 작업내용 및 위험요인 검토 ····· 31
표 3-10. 책상설계 권장 기준 ····· 33
표 3-11. 의자설계 권장 기준. ····· 33
표 3-12. 대차 권장한계 ····· 36

그 림 목 차

그림 1-1. 근골격계 질환 예방에 관한 법 제도 ····· 2
그림 3-1. 육체적 부담정도 ····· 13
그림 3-2. 그룹별 육체적 부담정도 ····· 14
그림 3-3. 정신적 부담정도 ····· 14
그림 3-4. 그룹별 정신적 부담정도 ····· 15
그림 3-5. 작업공간/작업대 불만족도 ····· 16
그림 3-6. 그룹별 작업공간/작업대 불만족도 ····· 16
그림 3-7. 작업설비/도구 불만족도 ····· 17
그림 3-8. 그룹별 작업설비/도구 불만족도 ····· 17
그림 3-9. 작업환경 불만족도 ····· 18
그림 3-10. 그룹별 작업환경 불만족도 ····· 19
그림 3-11. 작업불만족 지수평균 ····· 20
그림 3-12. 작업이 힘든 원인 ····· 21
그림 3-13. 자각증상에 의한 분류 ····· 22
그림 3-14. 소프트웨어 근로자 자각증상에 의한 분류 ····· 22
그림 3-15. 하드웨어 근로자 자각증상에 의한 분류 ····· 23
그림 3-16. 소프트웨어 그룹 근로자 작업구성 비율 ····· 24
그림 3-17. 하드웨어 그룹 근로자 작업구성 비율 ····· 24
그림 3-18. 작업환경 설계원리 ····· 32
그림 3-19. 모니터 권장거리 ····· 34
그림 3-20. 권장 시야각 ····· 34
그림 3-21. 노트북사용자의 모니터 배치 ····· 35
그림 3-22. 키보드 작업 ····· 35

그림 3-23. 중량물 작업용 Air balance ····· 36
그림 3-24. 수동식/전동식 Up-down 대차 ····· 37
그림 3-25. 적합한 대차 바퀴 ····· 37

1. 서 론

1.1. 연구의 배경

근골격계질환(musculoskeletal disorders)은 주로 목이나 상지(upper limb)에 관련된 근골격계의 외상(disorders)이나 질환(disease)을 통칭하는 용어로 사용되나(Hagberg et al.,1995), 일반적으로 산업안전분야에서는 요통(low back pain)까지 포함하는 넓은 의미로 사용되고 있다.

1960년대 국제노동기구에서 근골격계질환을 언급한 이래 미국에서는 1980년대 들어 근골격계질환 발생이 급증하여 2000년도 이후에는 전체 직업병의 약 65%를 차지하고 있다(김철홍 등, 2000). 1980년대 후반부터 급증하던 근골격계질환의 발생이 1994년을 기점으로 감소하는 추세를 보이고 있으며, 이는 작업장의 인간공학적 개선을 비롯한 예방 대책에 기인한 것으로 알려져 있다(MacLeod,1999).

우리나라에서는 1996년 한국통신공사 전화교환원의 경견완장해 집단발생(66명 산재승인)을 계기로 작업관련성 근골격계질환이 사회에 알려지기 시작하였고, 1999년 344명이었던 근골격계질환자 수는 2003년에는 4,532명이 발생하여 5년간 1,000%이상의 폭발적 증가율을 보였다.(표 1-1) 한편. 전체 업무상질병 중 차지하는 비율도 2000년 24.9%에서 2004년 44.8%로 매년 증가하는 추세를 보였다.(표1-2)

이에 따라 정부에서는 2003년 7월부터 근골격계질환 예방을 위하여 산업안전보건법 제24조(보건상의 조치) 제1항 제5호에 '단순반복작업 또는 인체에 과도한 부담을 주는 작업으로 인한 건강장애' 를 신설하고, 산업보건기준에 관한 규칙 제9장(근골격계부담작업으로 인한 건강장해의 예방)을 신설하여 사업주에게 예방을 위한 구체적인 조치의무를 규정하였으며(그림 1-1), 국내 기업들은 근골격계질환 관련 전문인력을 확보하기

위해 산업의 및 관련분야의 전문가를 채용하거나 전문인력을 자체적으로 육성하고 있고, 사업장의 유해요인에 대한 조사 및 개선에 착수하고 있다 (정기효 외, 2005).

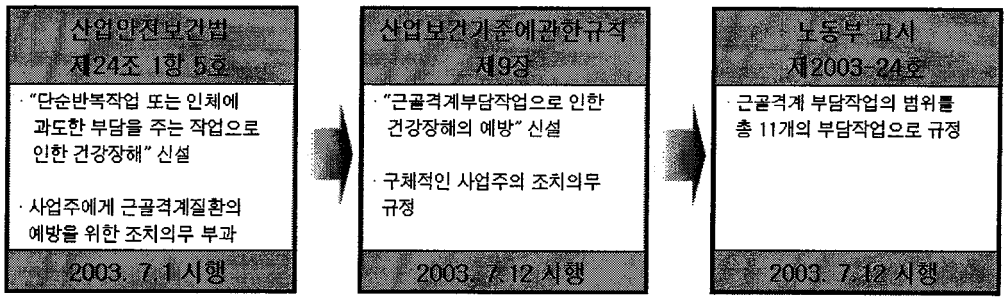


그림 1-1.근골격계 질환 예방에 관한 법 제도

표 1-1. 한국과 미국의 연도별 산업재해자수와 근골격계 질환자수

구 분	미 국			한 국		
	전체 재해자(명)	근골격계 질환자(명)	비율 (%)	전체 재해자(명)	근골격계 질환자(명)	비율 (%)
1993	2,252,600	762,700	33.9%	90,288	-	-
1994	2,236,600	755,600	33.8%	85,948	-	-
1995	2,040,900	695,800	34.1%	78,034	-	-
1996	1,880,500	647,400	34.4%	71,548	506	0.7%
1997	1,833,400	626,400	34.2%	66,770	221	0.3%
1998	1,730,500	592,500	34.2%	51,514	124	0.2%
1999	1,702,500	582,300	34.2%	55,405	344	0.6%
2000	1,644,018	577,800	34.7%	68,976	1,009	1.5%
2001	1,537,567	522,528	34.0%	81,434	1,634	2.0%
2002	1,436,194	487,900	34.0%	81,911	1,827	2.2%
2003	1,315,920	435,180	33.1%	94,924	4,532	4.8%
2004	1,259,320	402,700	32.0%	88,874	4,112	4.7%

(자료: 노동부, 미국 노동부의 노동통계국, 2004)

법규 시행에 따른 최초 유해요인조사(2004년 6월말) 이후로 사업주들은 근골격계질환예방을 위한 인간공학적 작업환경개선, 근골격계질환 예방관리프로그램을 운영하였고, 정부는 노동부 산하 한국산업안전공단에 2003년 근골격계질환 전담팀을 설치하여 근골격계질환의 예방에 노력을 기울인 결과, 2005년에는 근골격계질환자수가 2,901명으로 전년대비 30%이상 감소되었다. 하지만 근골격계질환자는 여전히 전체 업무상 질병자 중 38.7%로 높은 비율을 차지하고 있다(표1-2).

표 1-2. 한국의 업무상 질병자수와 근골격계 질환자수

구분	전체 업무상 질병자 수(명)	근골격계질환			비율
		신체부담작업 (명)	요통 (명)	소계 (명)	
1999	2732	161	183	344	12.6%
2000	4051	487	522	1009	24.9%
2001	5653	768	866	1634	28.9%
2002	5417	1167	660	1827	33.7%
2003	9130	2906	1626	4532	49.6%
2004	9183	2953	1159	4112	44.8%
2005	7495	1926	975	2901	38.7%

(자료: 한국산업안전공단, 2005)

1.2. 연구의 필요성 및 목적

고부가가치 산업의 대표 격인 전자제조업의 연구개발직에 종사하고 있는 근로자들의 업무는 크게 하드웨어 개발과 소프트웨어 개발로 나눌 수 있다. 하드웨어 개발직에 있는 연구원들은 개발하고자 하는 전자제품의 다양한 테스트를 위해 제조라인 작업자와 같은 단순반복적인 작업을 하기도 하고, 시제품을 이동하면서 부자연스러운 자세에서의 중량물 작업을 하기도 한다. 최근에는 제품이 대형화되고 복합화 됨에 따라 중량물의 무게도 더욱 무거워지고, 들고/내리는 작업의 불편함 또한 증가하였다. 소프트웨어 개발직에 있는 연구원들의 경우에는 일반 사무직 근로자와 근무형태가 비슷해 보이지만, 일반 사무직 근로자에 비해 근무시간이 현저하게 길고 컴퓨터 작업 외에도 개발제품에 코딩된 프로그램을 입력시키는 등의 쓰기 작업이 많다.

단순반복적인 정형작업이 많고 전체산업에서 차지하고 있는 재해자 비율이 상대적으로 높은 제조업(표 1-3)에 관한 근골격계질환 관련 연구를 살펴보면, "제조업체 직업성 근골격계질환 관련 실태조사 및 개선방향" (박관석 등, 2004), "제조작업장에서 직무스트레스 및 근골격계질환 위험요인 평가 모델의 개발" (이용희 등, 2006), "한국 자동차 업종의 작업자세 분포와 근골격계 부담작업 분석" (정병용 등,2006), "자동차 조립공정에 대한 작업자세 평가도구의 비교" (서승록, 2006), "전자산업에서의 근골격계질환 예방관리 프로그램 개발, 운영에 관한 연구" (장성록 등, 2004), "조선업종의 유해요인 및 인간공학적 개선" (오순영 등, 2005), "소형 부품 자동화 조립시스템의 근골격계질환 예방을 위한 인간공학적 개선안 연구" (나종관 등, 2005), "자동차 제조업 근로자의 직무스트레스와 근골격계질환 자각증상에 대한 연구" (최순영 등, 2005) 등이 있었다.

부자연스러운 자세나 과도한 힘이 수반되는 비정형작업에 관한 연구로는 "집배원 근골격계질환 예방을 위한 수구분대 개선에 관한 연구" (이창민 등, 2004), "국내 지하철 정비 사업장의 근골격계질환 실태조사에 관한 연구" (김철홍 등, 2004), "백화점 업무 종사자의 근골격계지환 관련 유해요인 특성" (양동도 등, 2006), "종합병원 간호사의 근골격계질환 실태 조사" (서순림 등, 2005), "호텔 요리사의 인간공학적 작업 위험성 평가" (안태훈 등, 2006), "일개 대학병원 간호사의 근골격계 부담작업 분석" (정은희 등, 2006), "아기양육자의 근골격계증상과 위험요인에 관한 연구(김수연 등, 2006) 등의 연구가 있었다.

VDT작업이 많은 사무실 근로자에 관한 연구로는 "VDT작업자의 작업자세 및 신체부위별 근골격계 불편도 분석" (정민근 등, 1995), "VDT작업에서의 근골격계질환 예방을 위한 새로운 팔 지지대 제안" (박경수 등, 2006), "컴퓨터 작업자세 및 환경이 근골격계 통증에 미치는 영향" (이상헌 등, 2004), "근골격계질환 예방을 위한 마우스 작업의 손목 지지대 개선" (박경수 등, 2006) 등의 관련 연구가 있었다.

표 1-3. 한국의 업종별 산업재해자수

연 도	전체산업	제조업	광 업	건설업	전기가스수도업	운수창고통신업	기타산업
1999	55,405	6,620	1,212	10,966	132	4,710	11,765
2000	68,976	33,349	914	13,500	134	5,575	15,504
2001	81,434	35,506	1,405	6,771	127	5,788	1,837
2002	81,911	34,919	1,268	9,925	142	4,917	0,740
2003	94,924	40,201	1,743	2,680	139	5,716	4,445
2004	88,874	37,579	2,289	8,896	129	5,099	4,882
2005	85,411	35,999	2,258	5,918	126	4,700	6,410

(자료: 한국산업안전공단, 2005)

지금까지 근골격계질환에 관한 연구는 업종별, 작업형태별로 어느 특정한 부분에 집중되어 있었으며, 근골격계질환 위험요소를 고루 갖추고 있는 연구개발직에 대한 연구는 부족한 실정이다. 이원정과 박종현 등(2005)이 병원에서 근무하고 있는 연구직 근로자에 대한 근골격계질환과 직무스트레스에 관한 연구를 하였으나, 설문지를 통한 실태조사에 그치고 있어 연구개발 근로자들이 근골격계질환 위험요소에 심각하게 노출되어 있음을 알리기에는 부족한 점이 많았다.

본 연구는 DTV를 생산하는 전자업종의 연구개발부서에서 존재하는 작업 및 공정의 근골격계질환 관련 위험성을 분석하고, 이에 대한 인간공학적 작업평가를 통해 작업 환경과 작업 자세 등의 개선에 목적이 있다. 더 나아가 인간공학적 작업환경 개선을 통해 작업만족도와 작업능률 향상 시킬 수 있는 기초 자료를 제공하고자 한다.

2. 연구 방법

본 연구는 OO전자 업체의 소프트웨어 그룹 근로자와 하드웨어 그룹 근로자를 대상으로 작업관련 유해요인조사와 인간공학적 작업장 개선안 검토로 구분된다.

유해요인조사는 작업장을 대상으로 근로자의 작업 방법에 대한 정밀분석을 통하여 근골격계질환과 관련한 작업 위험 요인 및 불안전 행동 요소들을 파악하고 이들을 토대로 가능한 근로자의 안전과 편리함을 확보하는데 목적이 있다. 작업 현황을 파악하기 위하여 작업관련 내용 및 애로 사항에 관한 면담을 실시함과 아울러 현장의 작업 흐름을 파악하고 대표작업을 선정하였으며, 이를 토대로 근로자의 작업 내용을 전반적으로 파악할 수 있도록 세부적인 작업 촬영과 설문조사를 실시하였다. 작업 측정은 선정된 대표작업의 위험요소를 파악하여 분석하였고 인간공학 측면에서의 위험성 평가 등이 이루어졌다.

2.1. 설문조사

본 연구에서 이루어지는 설문 내용은 유해요인조사 증상조사표로 제시된 한국산업안전공단의 근골격계 증상 설문양식(2004)을 기초로 작성하여 이용하였다. OO전자 업체의 소프트웨어 그룹 근로자 49명, 하드웨어 그룹 근로자 91명, 총 140명을 대상으로 설문조사를 실시하여 분석하였다(표 2-1). 설문조사는 크게 근로자의 특성조사, 근골격계질환에 관한 자각 증상 조사, 근로자의 작업불편도 평가 등으로 이루어졌다.

표 2-1. 설문참여자

소프트웨어 그룹	하드웨어 그룹	계
49명	91명	140명

2.1.1. 근로자의 특성조사

근로자의 소속 그룹, 성별, 나이, 근무연수, 현재 작업에서의 경력을 조사하였다.

2.1.2. 근골격계질환에 관한 자각 증상 조사

근로자의 근골격계질환에 관한 자각 증상을 조사하기 위하여 목, 어깨, 허리, 팔꿈치, 손/손목, 다리/무릎 부위로 구분하여 통증의 발생 시기, 통증의 빈도, 통증의 지속기간, 통증의 강도 등을 조사하였다.

통증의 발생 빈도(frequency)는 매일, 1주일에 한번, 1달에 한번, 2~3달에 한번, 6달 이상에 한번으로 구분하였고, 통증의 지속기간(duration)은 1일 미만, 1일~1주일 미만, 1주일~1달 미만, 1달~6개월 미만, 6개월 이상으로 구분하였다. 통증의 강도(severity)는 통증 없음, 약한 통증(약간 불편하거나 작업에 열중하면 못 느낀다), 중간 통증(작업 중 통증이 있으나 귀가 후 휴식을 취하면 괜찮다), 심한 통증(작업중 통증이 비교적 심하고, 귀가 후에도 통증이 계속된다), 매우 심한 통증(통증 때문에 작업은 물론 일상생활을 하기가 어렵다) 으로 구분하도록 하였다.

2.1.3. 근로자의 작업불편도 평가

근로자가 작업을 하면서 느끼는 작업 불편도를 조사하기 위하여 육체적

부담 정도, 정신적 부담 정도, 작업 만족도, 작업 공간/작업대에 불만족도, 작업 설비/도구의 불만족도 등의 전체적인 힘든 정도의 평가에 대하여 5점 척도를 이용하여 조사하였다. 또한, 작업 방법, 작업 도구, 작업 환경, 관리적 측면 등에서 불편사항이나 개선할 사항을 직접 서술할 수 있도록 하였다.

2.2. 작업 측정

근로자의 작업 내용을 전반적으로 파악할 수 있도록 작업 방법, 작업 내용, 신체 활동의 부담 정도 등을 파악하기 위한 측정이 실시되었다. 작업 측정은 소프트웨어 그룹 근로자(4작업), 하드웨어 그룹 근로자 업체(8작업)을 대상으로 작업 내용을 5분~10분씩 촬영하였다. 촬영한 자료는 등간격으로 작업 내용을 샘플링한 후에 각 시점에서의 작업 자세 및 위험성 평가, 작업 내용 등을 분석하며 이러한 단면 평가를 토대로 전체 작업 내용에 대한 요소 작업별 구성 비율, 신체 부위별 위험성 요인을 평가한다. 작업 방법은 비디오 촬영 전 근로자와 충분한 토의를 통하여 결정하였다.

2.3. 분석 및 평가 방법

2.3.1. 설문조사분석

본 연구에서는 자각 증상에 따라 근골격계 질환 관리 대상자, 보다 엄격한 기준으로 통증호소자 등으로 분류하여 본 연구에서는 자각 증상에 따라 통증호소자 및 관리대상자, 정상 등으로 분류하여 그룹별, 작업 내용별로 분포를 파악하였다. 근골격계 증상 설문조사에서 '중간 정도' 이상의 통증 강도(작업 중 통증이 있으나 귀가 후 휴식을 취하면 괜찮다)를 호

소하면서 통증의 지속기간(적어도 1주일 이상 통증이 지속)과 통증의 빈도(1달에 1번 이상 통증이 발생) 기준을 만족한 사람은 관리대상자로 분류하였으며, 통증의 지속기간과 통증 빈도 기준을 둘 다 만족하고 통증 강도가 '심한 통증' 또는 '매우 심한 통증' 인 경우를 근골격계 질환관련 통증 호소자로 분류하였다(표 2-2).

표 2-2. 자각 증상에 의한 판정 기준

구분	자각 증상에 의한 판정 기준
관리대상자	통증이 적어도 1주일 이상 지속되고, 1달에 한번 이상으로 통증이 발생하며 통증의 강도가 '중간 정도' 인 경우
통증호소자	통증이 적어도 1주일 이상 지속되고, 1달에 한번 이상으로 통증이 발생하며 통증의 강도가 '심한 통증' 또는 '매우 심한 통증' 인 경우

2.3.2. 작업 자세 분석

본 연구에서의 작업 자세 분석은 근로자들을 대상으로 각 근로자마다 작업을 5분~10분씩 캠코더로 촬영한 뒤 작업 단위별 요소작업과 작업 자세 등을 평가하기 위하여 60 회 샘플링하여 각 작업 시점에서의 작업내용, 작업 자세 등을 기록하여 분석하였다. 이러한 분석들은 유해요인조사에서 사용되는 대표적인 인간공학적 정밀평가도구인 OWAS(Graham, 1996; Karhu,1977; Hignett, 1994; Kant, 1990), RULA(McAtamney and Corlett, 1993), REBA(McAtamney and Hignett, 1995, 2000)를 이용하여 분석하여 분석의 신뢰도를 높이고자 하였다.

각 기법의 특징을 살펴보면, OWAS(Ovako Working Posture Analysis System)는 작업 자세를 일정간격으로 샘플링하여 작업 자세를 허리, 팔, 다리, 무게 등 4개 항목으로 나누어 자세코드에 기록하여 판정표를 보고 4

등급으로 평가하는 기법이다.

RULA(Rapid Upper Limb Assessment)는 VDT(video display terminal) 근로자의 작업 자세 평가를 목적으로 개발된 기법으로 윗팔, 아래팔, 손목 등 상지 자세평가에 초점을 두고 있어 컨베이어와 같은 정형화된 작업을 분석할 경우에 많이 이용되고 있다. 평가 절차는 팔과 손목의 위치에 대한 평가A와 목, 허리, 다리에 대한 평가B의 값에 근육과 무게 부하가 각각 더해져 전체 작업 부하수준을 산출하게 된다.

REBA(Rapid Entire Body Assessment)는 상체위주의 자세평가방법인 RULA의 제한적인 면을 보완하기위해 개발된 평가기법으로 간호사와 같이 비정형화된 다양한 자세로 작업을 하는 근로자의 신체적 부담정도와 노출정도를 분석하기 위한 목적으로 개발되었다. REBA 역시 RULA처럼 상지, 하지로 이루어진 평가그룹을 갖고 있으며, 몸통, 목, 다리로 이루어진 그룹A 평가점수에 무게/힘 점수를 합산한 ScoreA와 윗팔, 아래팔, 손목 점수로 이루어진 그룹B 평가점수에 손잡이 점수를 합산하여 ScoreB 값을 얻게 된다. 여기에 정적/반복성, 작업 공간, 불안정한 하체 작업 자세를 고려한 Activity Score가 더해져 최종 작업 자세 평가점수인 ScoreC를 통해 자세평가를 하게 된다.

3. 연구 결과

3.1. 설문조사 결과

3.1.1. 작업자 특성

본 연구의 설문조사에서 분석대상에 포함된 작업자는 총 140명으로 평균나이는 30.2세로 나타났고, 근속년수는 7.1년, 현 작업 근무년수는 4.2년으로 나타났다. 소프트웨어 그룹과 하드웨어 그룹 근로자의 평균나이를 보면 소프트웨어 그룹 근로자가 31.6세로 하드웨어 그룹 근로자 29.5세보다 높게 나타났고, 근속년수를 살펴보면 하드웨어 그룹 근로자가 7.6년으로 소프트웨어 그룹 근로자 6.1년에 비해 높게 나타났다. 현 작업 근무년수를 살펴보면 하드웨어 그룹 근로자의 평균이 4.5년으로 소프트웨어 그룹 근로자 3.5년에 비해 높게 나타났다(표 3-1).

표 3-1. 작업자 특성

특성 / 그룹	나이			근속년수			현 작업 근무년수		
	응답자 (명)	평균 (세)	표준 편차	응답자 (명)	평균 (년)	표준 편차	응답자 (명)	평균 (년)	표준 편차
소프트웨어	49	31.6	3.817	48	6.1	4.592	41	3.5	3.011
하드웨어	91	29.5	6.419	90	7.6	5.182	87	4.5	4.352
계	140	30.2	5.429	138	7.1	4.743	128	4.2	3.682

3.1.2. 작업자 성별특성

근로자의 성별특성을 살펴보면 소프트웨어 그룹 근로자의 경우 남성의 비율이 전체 응답자 수의 72.0%로 여성의 비율 28.0%에 비해 높게 나타

났고, 하드웨어 그룹 근로자의 경우 남성의 비율이 전체 응답자 수의 96.7%로 여성의 비율 3.3%에 비해 매우 높게 나타났다(표 3-2).

표 3-2. 작업자 성별특성

	남	여	계
소프트웨어	36(72.0%)	14(28.0%)	50(100%)
하드웨어	88(96.7%)	3(3.3%)	91(100%)
계	124(87.9%)	17(12.1%)	141(100%)

3.1.3. 작업불만족 지수

1) 육체적 부담정도

육체적 부담정도에 대한 전체 응답자의 설문결과를 살펴보면, '매우 힘듬' 이라고 응답한 비율이 2.4%로 나타났고, '힘듬' 25.0%, '보통' 56.7%, '힘들지 않음' 15.2%, '전혀 힘들지 않음' 0.6%로 나타났다 (그림 3-1).

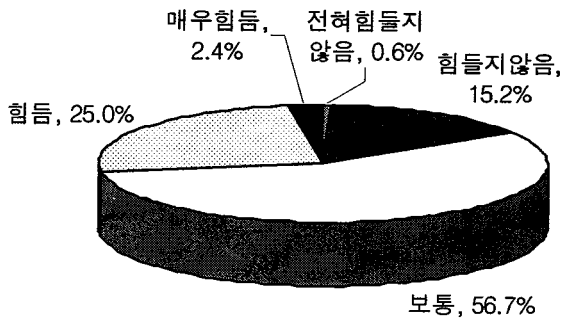


그림 3-1. 육체적 부담정도

소프트웨어 그룹과 하드웨어 그룹을 비교하면, '매우 힘듬' 이라고 응답한 비율에 대해 하드웨어 그룹(2.6%)이 소프트웨어 그룹(2.0%)에 비해 높게 나타났고, '힘듬' 이라고 응답한 비율에 대해 소프트웨어 그룹(26.5%)이 하드웨어 그룹(24.3%)에 비해 높게 나타났다(그림 3-2).

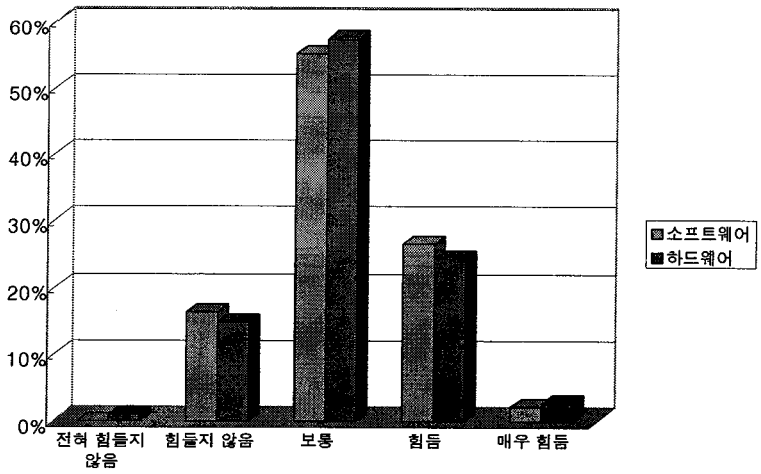


그림 3-2. 그룹별 육체적 부담정도

2) 정신적 부담정도

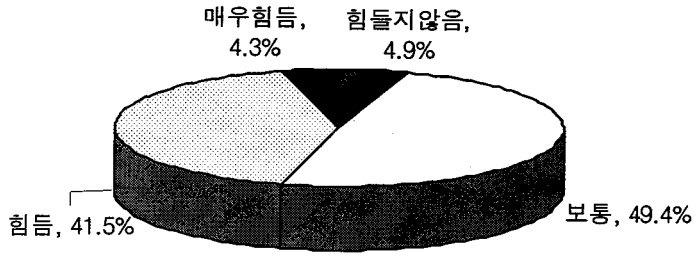


그림 3-3. 정신적 부담정도

정신적 부담정도에 대한 전체 응답자의 설문결과를 살펴보면, '매우 힘듬' 이라고 응답한 비율 4.3%로 나타났고, '힘듬' 41.5%, '보통' 49.4%, '힘들지 않음' 4.9%로 나타났다(그림 3-3).

소프트웨어 그룹과 하드웨어 그룹을 비교하면, '매우 힘듬' 이라고 응답한 비율에 대해 하드웨어 그룹(5.2%)이 소프트웨어 그룹(2.0%)에 비해 높게 나타났고, '힘듬' 이라고 응답한 비율에 대해 소프트웨어 그룹(49.0%)이 소프트웨어 그룹(38.3%)에 비해 높게 나타났다(그림 3-4).

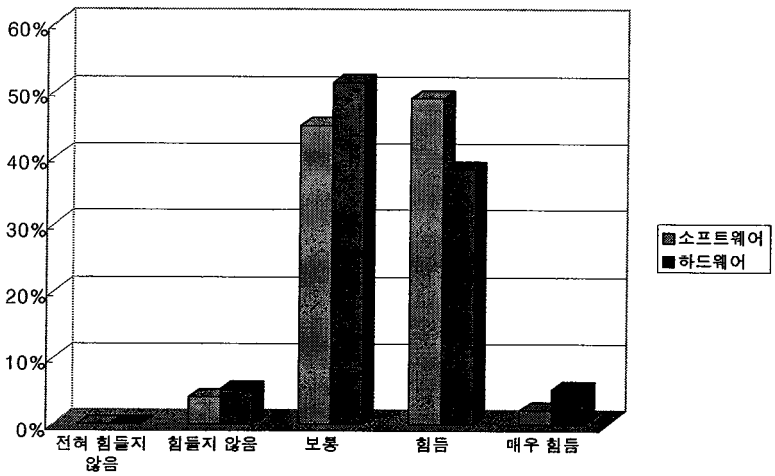


그림 3-4. 그룹별 정신적 부담정도

3) 작업공간/작업대 불만족도

작업공간/작업대 불만족도에 대한 전체 응답자의 설문결과를 살펴보면, '매우 불만족' 이라고 응답한 비율 3.7%로 나타났고, '약간 불만족' 32.9%, '보통' 41.6%, '약간 만족' 18.0%, '매우 만족' 3.7%로 나타났다(그림 3-5).

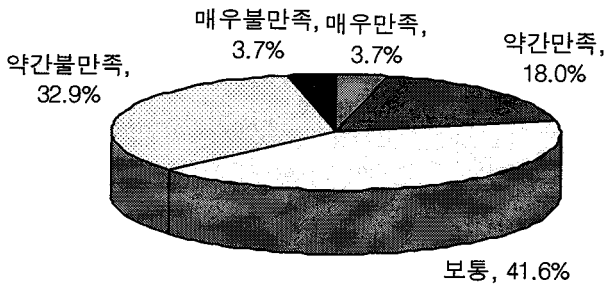


그림 3-5. 작업공간/작업대 불만족도

소프트웨어 그룹과 하드웨어 그룹을 비교하면, '매우 불만족' 이라고 응답한 비율에 대해 하드웨어 그룹(5.3%)이 소프트웨어 그룹(0%)에 비해 높게 나타났고, '약간 불만족' 이라고 응답한 비율에 대해 소프트웨어 그룹(33.3%)이 하드웨어 그룹(32.7%)에 비해 높게 나타났다(그림 3-6).

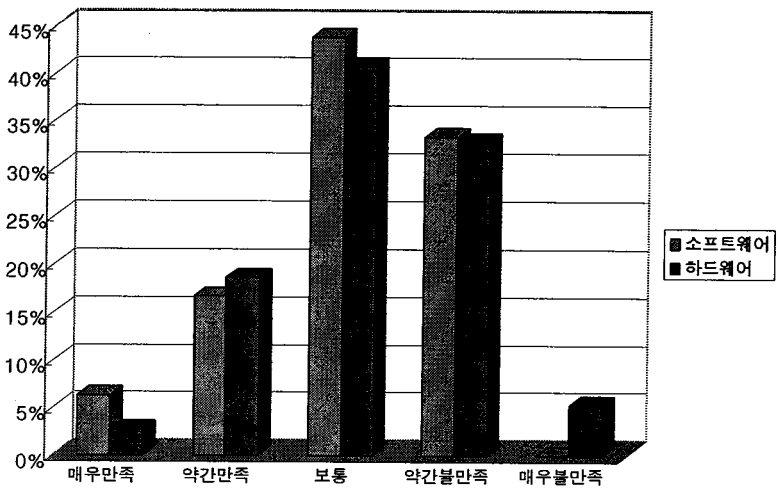


그림 3-6. 그룹별 작업공간/작업대 불만족도

4) 작업설비/도구 불만족도

작업설비/도구 불만족도에 대한 전체 응답자의 설문결과를 살펴보면, '매우 불만족' 이라고 응답한 비율 1.9%로 나타났고, '약간 불만족' 26.3%, '보통' 46.9%, '약간 만족' 21.3%, '매우 만족' 3.8%로 나타났다(그림 3-7).

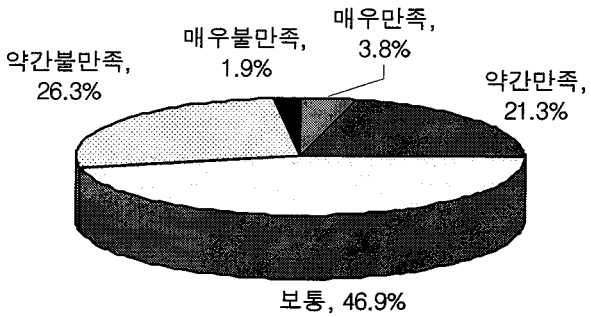


그림 3-7. 작업설비/도구 불만족도

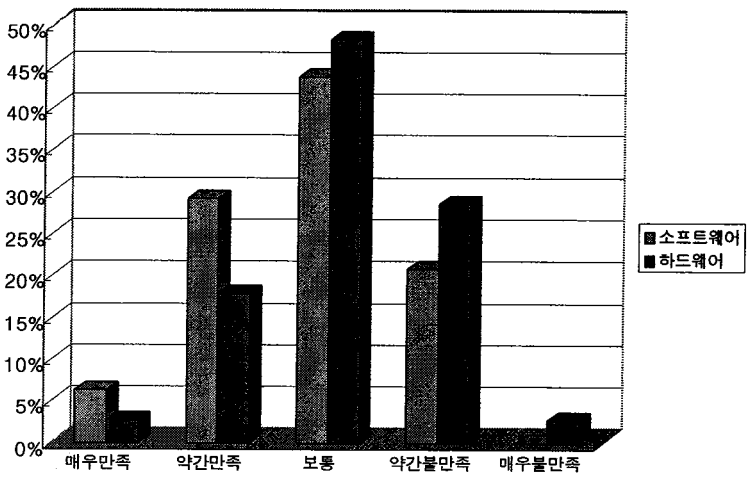


그림 3-8. 그룹별 작업설비/도구 불만족도

소프트웨어 그룹과 하드웨어 그룹을 비교하면, '매우 불만족' 이라고 응답한 비율에 대해 소프트웨어 그룹은 응답하지 않은 반면, 하드웨어 그룹이 2.7%로 나타났고, '약간 불만족' 이라고 응답한 비율에 대해 하드웨어 그룹(28.6%)이 소프트웨어 그룹(20.8%)에 비해 높게 나타났다(그림 3-8).

5) 작업환경 불만족도

작업환경 불만족도에 대한 전체 응답자의 설문결과를 살펴보면, '매우 불만족' 이라고 응답한 비율 2.5%로 나타났고, '약간 불만족' 16.1%, '보통' 44.7%, '약간 만족' 29.2%, '매우 만족' 7.5%로 나타났다(그림 3-9).

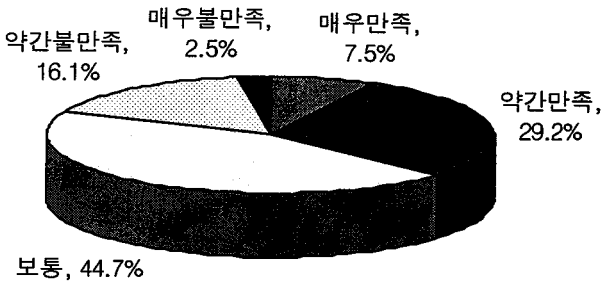


그림 3-9. 작업환경 불만족도

소프트웨어 그룹과 하드웨어 그룹을 비교하면, '매우 불만족' 이라고 응답한 비율에 대해 소프트웨어 그룹(4.1%)이 하드웨어 그룹(1.8%)에 비해 높게 나타났고, '약간 불만족' 이라고 응답한 비율에 대해 소프트웨어 그룹(18.4%)이 소프트웨어 그룹(15.2%)에 비해 높게 나타났다(그림 3-10).

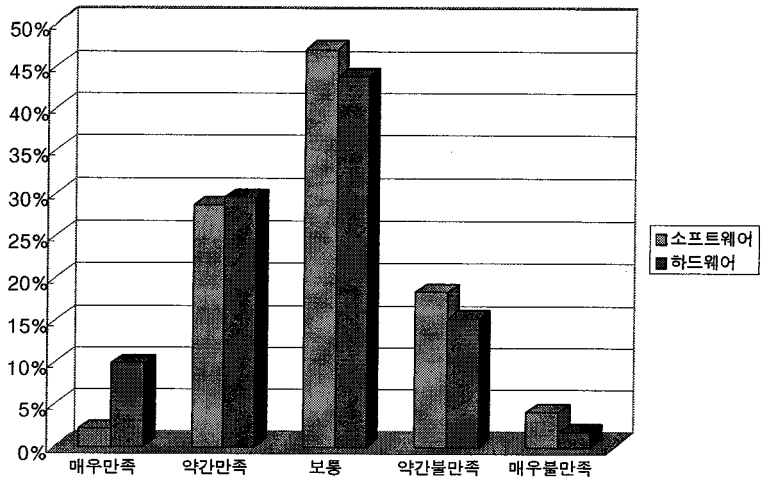
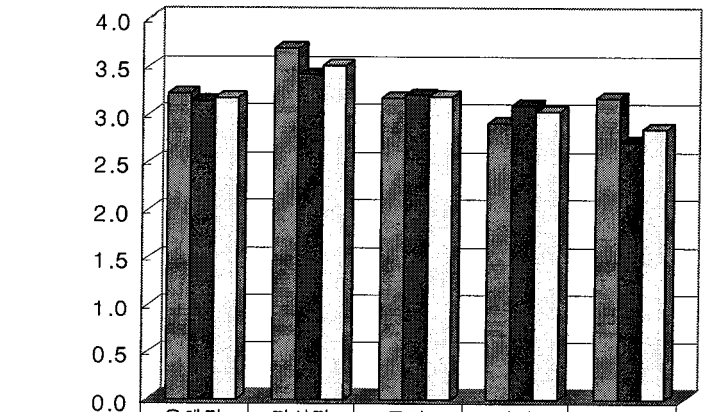


그림 3-10. 그룹별 작업환경 불만족도

6) 작업불만족 지수평균

소프트웨어 그룹 근로자와 하드웨어 그룹 근로자의 육체적 부담정도와 정신적 부담정도, 공간 불만족도, 설비 불만족도, 작업환경 불만족도를 살펴보면, 소프트웨어 그룹에서는 정신적 부담정도(3.595)가 상대적으로 높게 나타났고, 하드웨어 그룹에서도 정신적 부담정도(3.370)가 높게 나타났다 (그림 3-11).

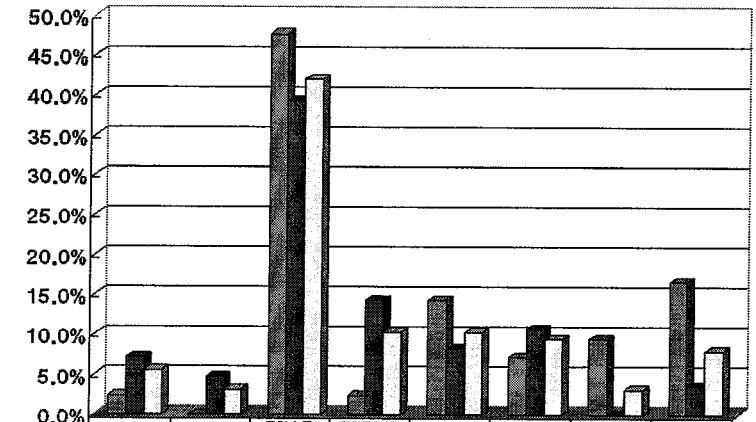


	육체적 부담정도	정신적 부담정도	공간 불만족도	설비 불만족도	작업환경 불만족도
▨소프트웨어	3.212	3.687	3.166	2.911	3.166
■하드웨어	3.143	3.420	3.198	3.091	2.712
□계	3.163	3.500	3.188	3.037	2.850

그림 3-11. 작업불만족 지수평균

3.1.4. 작업이 힘든 원인

작업이 힘든 원인에 관한 설문 결과를 보면 소프트웨어 그룹 근로자는 작업속도/작업량이 전체 응답자 수의 47.6%로 가장 높게 나타났고, 작업환경 14.3%, 대인관계 9.5%순으로 나타났다. 하드웨어 그룹 근로자의 경우에는 작업속도/작업량이 39.3%로 가장 높게 나타났으며, 작업장설비/도구 14.3%, 휴식시간 10.7%순으로 작업에 대해 힘든 원인으로 나타났다(그림 3-12).



	불편없음	업무불만족	작업속도/작업량	작업장설비/도구	작업환경	휴식시간	대인관계	기타
소프트웨어	2.4%	0.0%	47.6%	2.4%	14.3%	7.1%	9.5%	16.7%
하드웨어	7.1%	4.8%	39.3%	14.3%	8.3%	10.7%	0.0%	3.6%
계	5.6%	3.2%	42.1%	10.3%	10.3%	9.5%	3.2%	7.9%

그림 3-12. 작업이 힘든 원인

3.1.5. 자각 증상에 의한 관리대상자/통증호소자 분포

전체 근로자의 자각증상에 의한 관리대상자와 통증호소자의 분포를 살펴보면 통증호소자가 전체 응답자 수의 12.1%로 나타났고, 관리대상자가 4.8%로 나타났다. 부위별로 살펴보면 어깨 부위에서 통증호소자 6.1%, 관리대상자 3.0%로 가장 높게 나타났다(그림 3-13).

소프트웨어 그룹 근로자를 살펴보면 통증호소자가 12.2%로 나타났고, 관리대상자가 전체 응답자 수의 10.2%로 나타났다. 부위별로 살펴보면 어깨 부위에서 통증호소자 8.2%, 관리대상자 6.1%로 가장 높게 나타났다(그림 3-14).

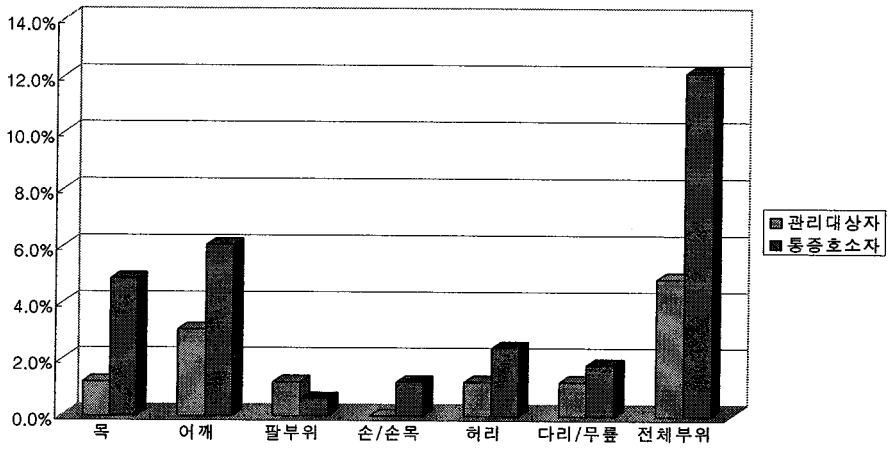


그림 3-13. 자각증상에 의한 분류

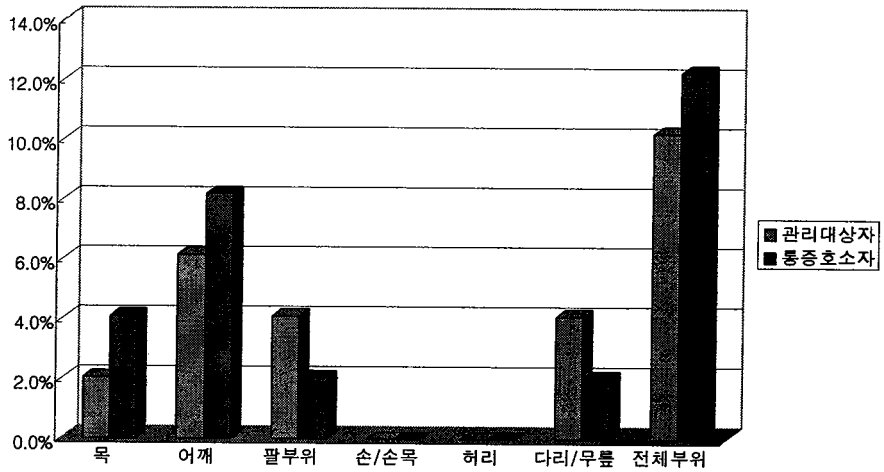


그림 3-14. 소프트웨어 근로자 자각증상에 의한 분류

하드웨어 그룹 근로자를 살펴보면 통증호소자가 전체 응답자 수의 12.1%로 나타났고, 관리대상자가 2.6%로 나타났다. 부위별로 살펴보면 어깨 부위에서 통증호소자 5.2%, 관리대상자 1.7%로 가장 높게 나타났다 (그림 3-15).

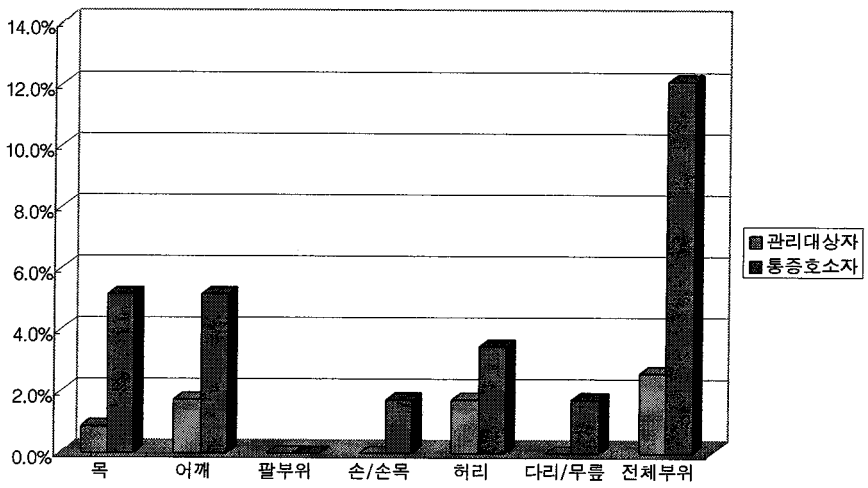


그림 3-15. 하드웨어 근로자 자각증상에 의한 분류

3.2. 작업분석 결과

3.2.1 작업구성 비율

소프트웨어 그룹 근로자의 작업구성 비율 결과를 살펴보면 PC작업이 전체 응답자 수의 52.9%로 가장 높았고, 확인/검사 작업 22.2%, 쓰기 작업 7.1%순으로 나타났다(그림 3-16).

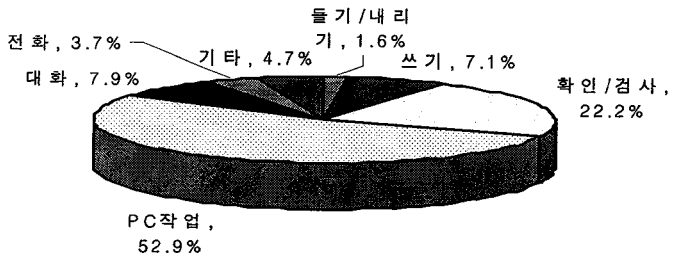


그림 3-16. 소프트웨어 그룹 근로자 작업구성 비율

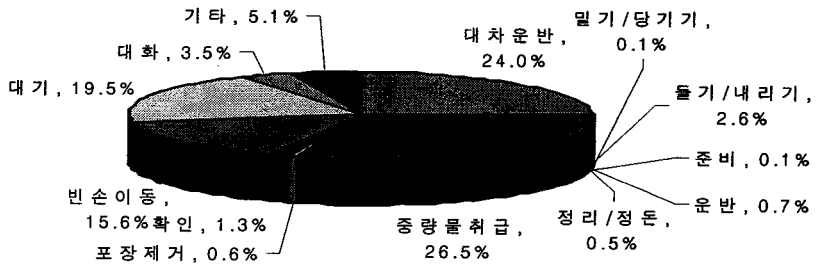


그림 3-17. 하드웨어 그룹 근로자 작업구성 비율

하드웨어 그룹 근로자의 작업구성 비율 결과를 살펴보면 중량물 취급 작업이 전체 응답자 수의 26.5%로 가장 높았고, 대차운반 작업 24.0%, 빈손이동 작업 15.6%순으로 나타났다(그림 3-17).

3.2.2 작업평가 결과

1) OWAS평가 결과

소프트웨어 그룹 근로자의 OWAS작업 평가 결과를 보면 개선을 요하는 3등급 이상의 자세비율은 나타나지 않았고, 쓰기 작업에서 지속적 관찰을 요하는 2등급 이상의 자세 비율이 14.3%로 가장 높게 나타났고, 확인/검사 작업에서 7.0%로 나타났다(표 3-3).

표 3-3. 소프트웨어 그룹 근로자 OWAS평가 결과

요소작업	빈도(%)	OWAS(등급)			
		1	2	3	4
들기/내리기	1.6%	100%	0	0	0
쓰기	7.1%	85.7%	14.3%	0	0
확인/검사	22.2%	93.1%	7.0%	0	0
PC작업	52.9%	100%	0	0	0
대화	7.9%	100%	0	0	0
전화	3.7%	100%	0	0	0
기타	4.7%	78.6%	14.3%	7.2%	0
[OWAS 분석] 1. 정상 2. 지속적 관찰요함 3. 개선요함 4. 즉시 개선요함					

하드웨어 그룹 근로자의 OWAS작업 평가 결과를 보면 개선을 요하는 3등급 이상 자세 비율이 중량물 취급 작업에서 19.6%로 가장 높게 나타났고 대차 운반 작업에서 2.5%로 나타났다(표 3-4).

표 3-4. 하드웨어 그룹 근로자 OWAS평가 결과

요소작업	빈도(%)	OWAS(등급)			
		1	2	3	4
대차운반	24.0%	93.5%	4.0%	1.5%	1.0%
들기/내리기	2.6%	41.7%	58.3%	0	0
밀기/당기기	0.1%	100%	0	0	0
운반	0.7%	50.0%	50.0%	0	0
정리정돈	0.5%	50.0%	50.0%	0	0
준비	0.1%	75.0%	25.0%	0	0
중량물취급	26.5%	47.3%	33.2%	16.3%	3.3%
포장제거	0.6%	100%	0	0	0
확인	1.3%	33.4%	66.7%	0	0
빈손이동	15.6%	87.9%	5.8%	6.3%	0
대기	19.5%	94.3%	5.7%	0	0
대화	3.5%	100%	0	0	0
기타	5.1%	45.0%	51.4%	3.6%	0

[OWAS 분석]
1. 정상 2. 지속적 관찰요함
3. 개선요함 4. 즉시 개선요함

2) RULA평가 결과

소프트웨어 그룹 근로자의 RULA작업 평가 결과를 보면 개선을 요하는 3등급 이상의 자세비율은 나타나지 않았고, 지속적 관찰을 요하는 2등급 이상의 자세 비율을 고려하면 확인/검사 작업이 86.3%로 가장 높게 나타났다(표 3-5).

표 3-5. 소프트웨어 그룹 근로자의 RULA평가 결과

요소작업	빈도(%)	RULA(등급)			
		1	2	3	4
들기/내리기	1.6%	50.0%	50.0%	0	0
쓰기	7.1%	28.6%	71.5%	0	0
확인/검사	22.2%	13.8%	86.3%	0	0
PC작업	52.9%	49.5%	50.5%	0	0
대화	7.9%	54.2%	45.8%	0	0
전화	3.7%	81.8%	18.2%	0	0
기타	4.7%	57.2%	35.7%	7.2%	0

[RULA 분석]
1. 정상 2. 지속적 관찰요함
3. 개선요함 4. 즉시 개선요함

하드웨어 그룹 근로자의 RULA작업 평가 결과를 보면 개선을 요하는 3등급 이상 자세 비율이 중량물 취급 작업에서 81.8%로 가장 높게 나타났고, 정리정돈 작업 50.0%, 대차운반 작업 44.2%순으로 나타났다(표 3-6).

표 3-6. 하드웨어 그룹 근로자의 RULA평가 결과

요소작업	빈도(%)	RULA(등급)			
		24.0%	2	3	4
대차운반	24.0%	9.8%	46.1%	34.6%	9.6%
들기/내리기	2.6%	16.7%	50.0%	25.0%	8.3%
밀기/당기기	0.1%	0	100%	0	0
운반	0.7%	0	100%	0	0
정리정돈	0.5%	0	50.0%	50.0%	0
준비	0.1%	0	100%	0	0
중량물취급	26.5%	0	18.2%	33.9%	48.0%
포장제거	0.6%	0	100%	0	0
확인	1.3%	16.7%	83.4%	0	0
빈손이동	15.6%	57.2%	31.8%	10.9%	0
대기	19.5%	43.2%	53.9%	2.9%	0
대화	3.5%	42.9%	44.6%	12.5%	0
기타	5.1%	34.3%	24.3%	35.7%	5.7%

[RULA 분석]
1. 정상 2. 지속적 관찰요함
3. 개선요함 4. 즉시 개선요함

3) REBA평가 결과

소프트웨어 그룹 근로자의 REBA 작업 평가 결과를 보면 개선을 요하는 3등급 이상의 자세비율은 나타나지 않았고, 지속적 관찰을 요하는 2등급 이상의 자세 비율을 고려하면 들기/내리기 작업이 62.5%로 가장 높게 나타났다(표 3-7).

표 3-7. 소프트웨어 그룹 근로자의 REBA평가 결과

요소작업	빈도(%)	REBA(등급)			
		0	1	2	3
들기/내리기	1.6%	0	37.5%	62.5%	0
쓰기	7.1%	96.5%	0	3.6%	0
확인/검사	22.2%	69.3%	30.8%	0	0
PC작업	52.9%	93.9%	5.4%	0.8%	0
대화	7.9%	95.9%	4.2%	0	0
전화	3.7%	93.9%	6.1%	0	0
기타	4.7%	85.7%	7.2%	7.2%	0
[REBA 분석] 0,1. 정상 2. 지속적 관찰요함 3. 개선요함 4. 즉시 개선요함					

하드웨어 그룹 근로자의 REBA작업 평가 결과를 보면 개선을 요하는 3등급 이상 자세 비율이 중량물 취급 작업에서 26.0%로 가장 높게 나타났다(표 3-8).

표 3-8. 하드웨어 그룹 근로자의 REBA평가 결과

요소작업	빈도(%)	REBA(등급)			
		0	1	2	3
대차운반	24.0%	35.9%	39.2%	22.0%	3.0%
들기/내리기	2.6%	0	58.3%	37.5%	4.2%
밀기/당기기	0.1%	100%	0	0	0
운반	0.7%	25.0%	75.0%	0	0
정리정돈	0.5%	50.0%	50.0%	0	0
준비	0.1%	50.0%	25.0%	25.0%	0
중량물취급	26.5%	1.6%	25.9%	46.7%	26.0%
포장제거	0.6%	100%	0	0	0
확인	1.3%	33.4%	16.7%	50.0%	0
빈손이동	15.6%	83.8%	5.3%	4.7%	6.3%
대기	19.5%	83.6%	13.5%	2.9%	0
대화	3.5%	47.9%	35.4%	16.7%	0
기타	5.1%	55.7%	6.4%	32.1%	5.7%

[REBA 분석]
0,1. 정상　　2. 지속적 관찰요함
3. 개선요함　　4. 즉시 개선요함

3.3. 개선안 검토

3.3.1. 주작업 검토

표 3-9는 연구 개발직의 대표적인 작업내용 및 작업 위험요인을 나타낸 것이다.

표 3-9. 작업내용 및 위험요인 검토

작업군	작업	작 업 내 용	위험요인
하드웨어 그룹	대차운반	TV를 대차로 작업대 옮기는 작업	과도한 힘 부적절한 자세
	중량물취급	TV를 대차에서 작업대에 들고/내리거나 밀고/당기는 작업	과도한 힘 부적절한 자세
소프트웨어 그룹	쓰기	전자 제품에 코드를 입력하는 작업	반복작업
	확인/검사	작업 수행 결과의 이상 유무를 판정하는 작업	반복작업 부적절한 자세
	PC작업	PC를 이용하여 업무를 수행하는 작업	반복작업

3.3.2. 개선안 도출

1) 작업장 설계원리

① 직접 들어오는 햇빛 방향의 창에 vertical blinds를 설치한다.
② 천장 형광등의 포물선 창을 설치한다.
③ 매달린 형태의 간접등은 더 일정하고 낮은 휘광을 만든다.
④ 간접조명은 벽면에 반사되도록 설계한다.
⑤ 책상에 램프를 이용한다.

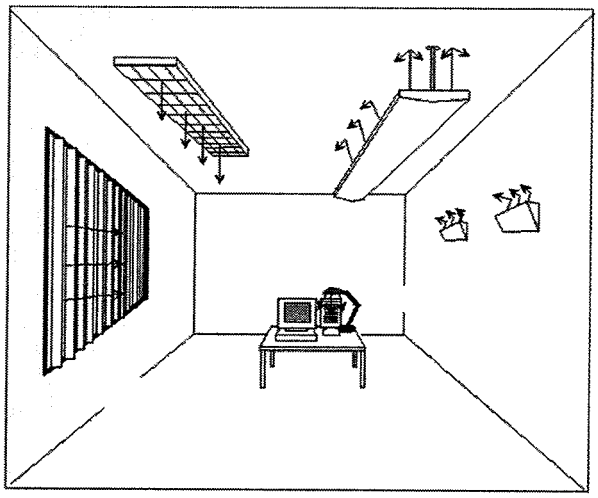


그림 3-18. 작업환경 설계원리

2) 사무용 책상 설계원리

① 가능한 조절식으로 설계하고 높이는 50 ~ 72cm 범위에 들어오도록 한다.
② 조절식이 불가능한 경우 높이는 키가 큰 작업자에 맞춰서 설계하고 키가 작은 작업자에게는 발판 등을 제공한다.

③ 팔이 짧은 작업자에 작업공간을 맞춰서 팔이 짧은 작업자도 쉽게 작업할 수 있도록 한다.

④ 책상 밑 다리공간 깊이는 최상단 40cm이상, 바닥면 55cm이상이 되도록 설계하고, 다리공간 높이는 67cm이상, 다리공간 넓이는 60cm 이상이 되도록 설계한다.

표 3-10. 책상설계 권장 기준

구분	책상높이	책상 밑 다리공간 깊이	책상 밑 다리공간 높이	책상 밑 다리공간 넓이
권장 Spec.	50~72cm	최상단:40cm이상 바닥면:60cm이상	67cm 이상	80cm 이상

3) 의자 설계원리

① 등받이는 착석 시 허리부위를 충분하게 받쳐 주어야 한다.

② 착석면 높이, 등받이 각도, 팔걸이 높이는 조절 가능하여야 한다.

③ 착석 시 의자가 몸의 엉덩이 허리부위를 안락하게 받쳐 주어야 한다.

④ 착석 시 의자가 좌우로 흔들리지 않고 안정감이 있어야 한다.

⑤ 착석 자세에서 의자의 회전 및 이동이 용이하여야 한다.

표 3-11. 의자설계 권장 기준.

구분	좌 석			등받이			팔걸이
	깊이	넓이	높이	넓이	각도	높이	높이
권장 Spec.	38~43 cm	41~52 cm	35~51 cm	30cm 이상	95~110	조절식	18~27 cm

3) 모니터의 배치

① 모니터와의 눈과의 거리는 50.8~101.6cm사이에 있도록 배치한다. (그림 3-19).

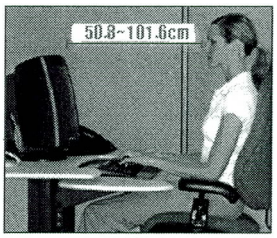


그림 3-19. 모니터 권장거리

② 모니터는 작업자의 정면에 위치하도록 한다.

③ 모니터의 시야각은 15~20도 정도가 적당하다(그림 3-20).

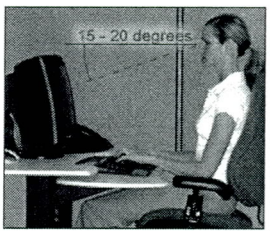


그림 3-20. 권장 시야각

④ 노트북 사용자의 경우에는 주변기기를 연결하여 사용한다.
(그림 3-21)

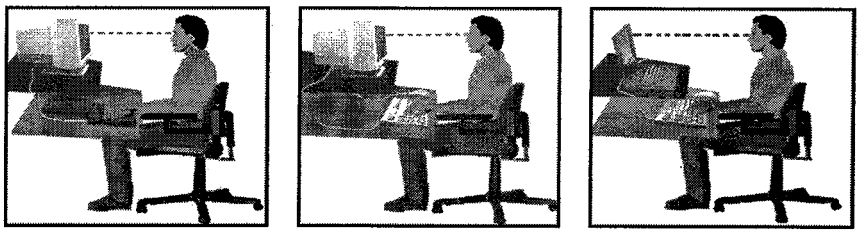


그림 3-21. 노트북사용자의 모니터 배치

4) 키보드 작업 guideline

① 손바닥이 키보드를 향하게 하여 손목의 중립자세를 유지한다.
② 손목이 바깥쪽으로 꺽이지 않도록 한다.
③ 손목이 위로 꺽이지 않도록 한다.
④ 팔이 몸통으로부터 벌어지지 않도록 한다.

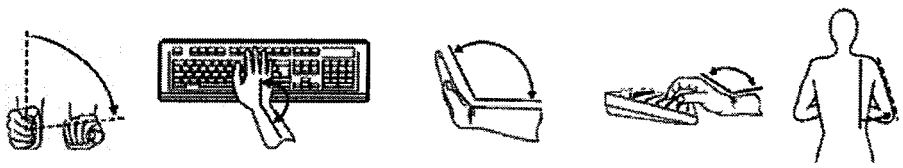


그림 3-22. 키보드 작업

5) 중량물 취급 작업 guideline

① 취급하는 물체의 무게를 허용가능 범위내로 감소시킨다.
② 바닥에서 중량물 들기 작업을 할 때 허리를 곧게 펴고 무릎을 굽혀서 들도록 한다.

③ 중량물을 가능한 허리쪽으로 붙여서 들도록 한다.

④ 25kg이상 중량물은 2인 이상 작업을 하거나 Air balance를 활용하도록 한다.

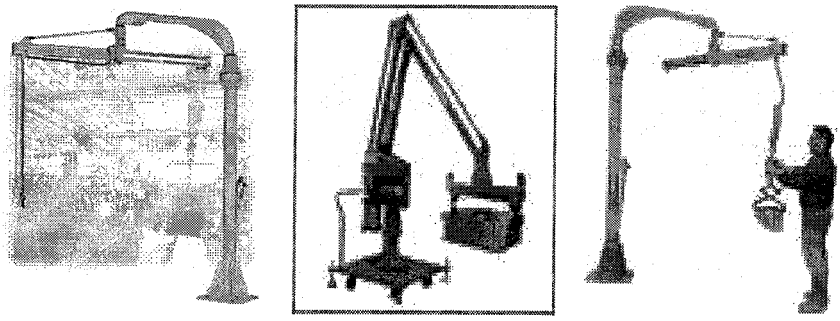


그림 3-23. 중량물 작업용 Air balance

6) 대차 설계방안

① 2,3,4 바퀴의 수동 대차에 올릴 수 있는 최대 허용중량은 200kg이다.

② 수동 대차는 하루에 200회 이상 사용해서는 안된다.

③ 가급적 대차 상판 높낮이가 조절되는 Up-Down 대차를 사용한다.

④ 올려진 짐을 30~35m를 초과하는 거리까지 운반되어서는 안된다.

표 3-12. 대차 권장한계

대차 종류	최대 부하(kg)	최대 이동거리(m)	최대 사용횟수	최소 통로폭(m)
2바퀴대차	114	16	200	1.0
3바퀴대차	227	16	200	1.0
4바퀴대차	227	33	200	1.3

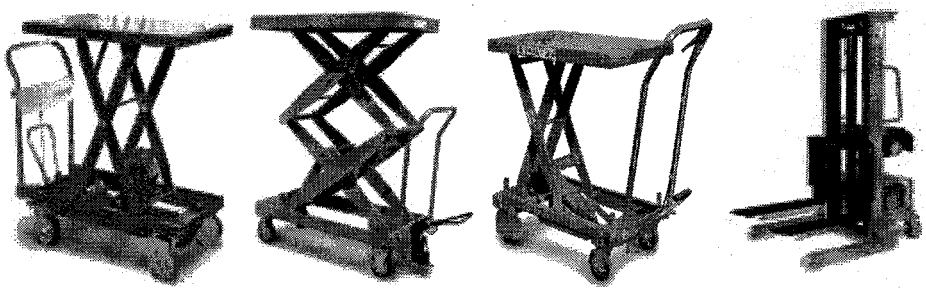


그림 3-24. 수동식/전동식 Up-down대차

⑤ 바쁘고 협소한 공간에서 대차를 사용할 경우 4바퀴가 모두 회전하는 대차를 사용하고, 먼 거리 밀기 작업에 사용할 경우는 손잡이 부분의 바퀴 2개만 회전하도록 설계한다(그림 3-25).

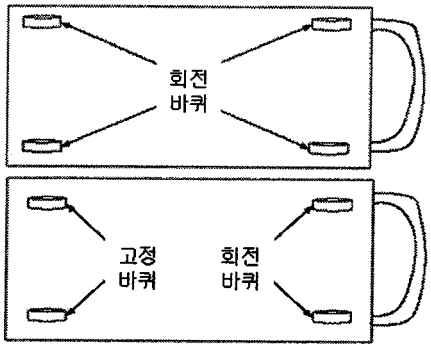


그림 3-25. 적합한 대차 바퀴

4. 결론 및 검토

본 연구에서는 전자제조업종에 종사하는 연구개발직 근로자를 대상으로 인간공학적 작업평가를 실시하고 근골격계질환 예방을 위한 작업환경 및 작업자세의 개선 검토사항을 도출하였다.

연구개발 근로자들의 작업불만족 지수를 살펴보면, 정신적 부담정도가 가장 높게 나타났고, 다음으로 공간 불만족도, 육체적 부담정도, 설비 불만족도, 작업환경 불만족도 순으로 나타났다. 작업이 힘든 원인으로는 소프트웨어개발, 하드웨어개발 연구직 모두 작업속도/작업량이 다른 원인들에 비해 확연히 높게 나타났다. 소비자들의 요구가 다양해지고 전자제품 사이클이 단축됨에 따라 개발시기와 양산시기도 단축되어, 증가된 작업속도/작업량 때문에 연구원들이 힘들어하고 있으며, 이에 따른 정신적 부담정도도 크게 나타나고 있는 것을 알 수 있다.

전신 자세를 평가하는 OWAS분석 결과를 보면, 소프트웨어개발 연구직 근로자에게는 개선을 요하는 3등급 이상 자세 비율이 나타나지 않았고, 하드웨어개발 연구직 근로자에게는 중량물 취급 작업에서 19.6%로 가장 높게 나타났고, 대차 운반 작업에서 2.5%로 나타났다. 지속적 관찰을 요하는 2등급 이상 자세 비율은 소프트웨어개발 연구직 근로자의 경우 쓰기 작업에서 14.3%, PC작업에서 7.0%로 나타났고, 하드웨어개발 연구직 근로자의 경우 확인 작업 66.7%, 들기/내리기 작업 58.3%, 운반 작업과 정리정돈 작업 50.0% 순으로 나타났다. 상지 자세평가에 초점을 두고 있는 RULA분석 결과 역시, 소프트웨어개발 연구직 근로자에게는 3등급 이상 자세 비율이 나타나지 않았고, 연구직 근로자에게는 중량물 취급 작업에서 81.8%로 가장 높게 나타났고, 정리정돈 작업 50.0%, 대차 운반 작업 44.2%순으로 나타났다. 비정형 작업자세를 평가하는 REBA분석 결과에서도 소프트웨어개발 연구직은 3등급 이상 자세비율이 나타나지 않았고,

하드웨어개발 연구직은 역시 중량물 취급 작업에서 26.0%로 가장 높게 나타났다.

따라서 본 연구의 작업 분석 결과에 의하면 하드웨어개발 연구직의 중량물 취급 작업에 대한 개선이 가장 시급하게 이루어 져야 한다. 이를 위해서 Up-Down 대차 및 Air-balance를 추가 보급하는 작업환경 개선과 25kg이상 중량물에 대해서는 2인 이상 작업을 하게하고 중량물을 가능한 허리쪽으로 붙여서 들도록 하는 등의 작업방법 개선이 함께 이루어지는 것이 바람직하다.

본 연구에서 제시한 연구 개발직의 제품군과 개선 내용은 특정제품군과 관련된 내용으로 자세한 개선사항을 체계적이며, 구체적으로 설명하지는 못하였지만, 상대적으로 근골격계질환 예방활동에서 등한 시 되어왔던 연구개발직에 대한 작업환경, 작업자세 등에 관한 작업평가와 더불어 인간공학적 개선을 어떻게 진행할 것인가에 대한 개략적인 프로세스를 설명하고 있다.

본 연구에서 제시한 인간공학적 개선활동에 의한 효과를 살펴보기 위해서는 관련 지수들에 대한 추가적인 조사가 필요하겠지만, 앞선 제조 및 서비스 업종에서 근무하는 작업자들을 위한 인간공학적 작업환경 개선에 관한 연구들에서 나타난 바와 같이 연구개발 근로자들의 근골격계질환예방에 따른 재해감소 및 개발능률향상을 기대할 수 있을 것이다. 또한, 일하기 좋은 회사 분위기를 조성하고 근로자 만족도를 높이는 데에도 기여할 수 있을 것이다.

본 연구는 그동안 대표적 사무직종으로 동경 받아왔던 연구개발직에 근무하는 작업자들도 근골격계질환에서 자유로울 수 없다는 것을 단적으로 보여주고 있으며, 유사업종의 연구개발직에 대한 인간공학적 작업평가 및 개선을 위한 기초 자료로 효과적으로 응용할 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

기도형, "우리나라 근골격계질환의 추이와 산업체 안전담당자의 인식 실태 조사", *대한인간공학회지*, 22(4):79-90, 2003

기도형, 박기현, "작업 자세 평가 기법 OWAS, RULA, REBA 비교" *한국안전학회지*, 20(2): 127-132, 2005

김유창, 정현욱, "정적인 자세에서의 목의 주관적 작업부하 평가", *대한산업공학회*, 16(2): 222-228, 2003

노동부, 2004년도 산업재해 현황분석, 2004; http://www.kosa.or.kr

노동부, 근골격계 부담작업으로 인한 건강장해 예방 시행지침, 2003

노동부, 근골격계질환 예방업무 편람, 2004

미국 노동부, 산업재해통계, 1993-2004; http://www.bls.gov.

박경수, 홍기범, 김상수, 조일행, "VDT작업에서의 근골격계 질환 예방을 위한 새로운 팔 지지대 제안", *대한인간공학회지*, 25(2):1-9, 2006

오순영, 정병용, "조선업종의 유해요인조사 및 인간공학적 개선", *대한인간공학회지*, 24(1):27-35, 2005

이중호, 송영웅, 나석희, 정민근, "VDT 모니터링 작업에서 근골격계 부담도 및 선호도에 근거한 모니터 높이 결정", *대한산업공학회지*, 32(3):236-241, 2006

정기효, 이상기, 권오채, 유희천, 김대성, "근골격계질환 예방관리 프로그램에 대한 구조분석 및 실무자 요구 사항 조사", *대한인간공학회지*, 24(3): 35-41, 2005

정병용, 이동경, *현대인간공학*, 민영사, 2005

정병용, 이종협, 김국, "유해요인조사용 평가 소프트웨어 개발", *대한인간공학회지*, 24(4):79-83, 2005

정병용, *작업분석 및 관리*, 한성대학교출판부, 2003

한국산업안전공단(KOSHA), 근골격계부담작업 유해요인 조사지침, 2003

한국산업안전공단(KOSHA), 사업장 근골격계질환 예방관리 프로그램 지침, 2003

Graham B. Scott., Nicola R. Lambe., "Working practices in a perchery system, using the OVAKO Working posture Analysing System(OWAS)", *Applied Ergonomics*, 27(4): 281-284, 1996

Hagberg, M., Silverstein, B., Wells, R., Smith, M.J., Hendrick, H.W., Carayon, P. and Perusse, M., "Work related musculoskeletal disorders(WMSDs)", Taylor & Francis:London, 1995

Hignett, S. & McAtamney, L., "Rapid entire body assessment (REBA)", *Applied Ergonomics*, 31(2), 201-205, 2000

Karhu, O., Kansi, P. and Kuorinka, I., "Correcting working postures in industry: a practical method for analysis", *Applied Ergonomics*, 8(4), 199-201, 1997

Mcatamney L , Corlett EN, "Ergonomics Workplace Assessment in a Health Care Context", *Ergonomics*, 35(9):91-99, 1992

NexGen Ergonomics, [http://www.nexgenergo.com], 1997

Open Ergonomics, [http://www.openerg.com], 1992

감사의 글

1995년 고등학교를 갓 졸업한 18세의 청년이 있었습니다. 강남 어머니들의 높은 학구열과 각종 고액과외, 첨단 교육시스템 등에 힘입어 별다른 노력 없이도 이름만 대면 누구나 알 수 있는 대학에 입학 할 수 있었습니다. 본인이 최선을 다했다는 긍지가 없었기 때문인지, 본인의 피땀 어린 노력보다는 부모님의 희생으로 의해 모든 것이 이뤄진 것 같은 허무감이 밀려왔던 것인지, 아니면 이것도 저것도 아닌 젊은 날의 방황 때문이었는지, 일년 뒤 이 청년은 돌연 자퇴서를 내고 공군에 입대합니다.

모두가 이러한 그의 행동을 이해 못하고 욕할 때 그에게는 두 명의 여인이 있었습니다. 한 명은 그를 낳아주신 어머니였고, 다른 한 명은 현재 그의 부인이 되어 있는 여자친구였습니다. 어느 덧 20살 공군 상병이 되어버린 젊은 청년은 이 두 여인들이 부대로 보내준 각종 교과서와 참고서를 가지고 화장실 변기에 앉아 제2의 인생을 준비합니다. 누구의 도움도 없이 그저 몇 권 안 되는 교과서와 참고서가 손때가 묻어 시커멓게 변할 때까지, 듣기평가용 카세트 테잎이 늘어나서 더 이상 못 듣게 될 때까지, 이 청년은 자신을 끝까지 믿어주고 기도해 준 어머니와 애인을 위해 다른 장병들이 모두 잠든 시간에도 화장지로 두 코를 막아가며 화장실 한 켠을 도서관 삼아 힘든 줄 모르고 공부를 계속합니다. 그로부터 일년 뒤, 이 젊은 청년은 하루 2시간 이상을 눈 붙이지 못하는 고된 시기를 거쳐 제대휴가 때 군복을 입고 응시한 1998년 수학능력고시에서 한성대학교 공과대학 수석이라는 결실을 맺게 됩니다. 이러한 그의 노력 때문이었는지, 뒤에서 자신을 믿어주는 사람들에 대한 책임감이었는지, 그는 누구보다 열심히, 누구보다 즐겁게 학교생활을 할 수 있었습니다. 1년을 마치고 어학연수를 다녀온 뒤에 만난 학교선배이자 함께 공부하는 친구들인 97학번 학생들과 함께 3년 동안 '산업공학' 이라는 학문의 매력에 빠져 지내게 됩니다.

그 후로 졸업과 함께 초일류 기업으로 도약하는 국내 굴지의 대기업에 입사하여 지내던 중 이 청년은 새로운 고민에 빠지게 됩니다. 학부과정에서 배운 지식만으로는 회사생활에 응용이 어렵다고 판단한 그는 또다시 주위의 우려에도 불구하고, 회사와 공부 두 마리의 토끼를 잡겠다는 의지 하나로 다시 대학원에 입학합니다. '苦盡甘來' 라는 말처럼 어린 시절 힘들었던 상황에서 맺은 결실의 풍요로움을 만끽했었던 그였지만, 회사와 학업을 병행하기란 의지처럼 쉽지가 않았습니다. 한 달간을 잠을 설쳐가며 과제물을 준비하고도 회사일정 때문에 수업을 빠져야 될 때에는 이대로 포기할까라는 생각도 들었습니다. 하지만 입학부터 졸업까지 항상 포기하지 말라며 할 수 있다는 자신감을 불어넣어 주시고, 학문의 스승님이자 인생의 대선배님으로써 끊임없는 격려와 도움을 아끼지 않으셨던 정병용 지도 교수님과 신입사원임에도 불구하고 공부를 계속할 수 있게 허락해 주신 전찬훈 부장님, 현재 그룹장님이자 예전에 본인 스스로 회사생활과 학업을 계속할 수 있다는 가능성을 보여주신 전재호 그룹장님의 격려로 인해 그 젊은 청년은 2년간의 대학원 생활을 무사히 마치고 졸업을 하게 되었습니다.

이런 고마우신 분들 외에도, 그에게는 감사해야 할 사람들이 너무나 많습니다. 부족한 제자에게 조언과 격려를 아끼지 않으셨던 이동경 교수님과 김성한 교수님, 입학부터 졸업까지 성실함의 끝이 무엇인지를 몸소 보여주신 표연 과장님, 웃는 얼굴에 침 못 뱉는다는 속담을 본인이 만든 것 같은 충규, 항상 부족한 후배 때문에 답답한 마음도 있었겠지만 항상 웃는 얼굴로 도와주었던 준식, 현호, 원준, 향기, 그리고 항상 그리워왔던 자랑스런 선배의 모습이 무엇인지를 보여주셨던 화끈한 김이호 과장님, 박사도 도전해 보고 싶은 충동을 일게 만드는 운식이 형, 그리고 항상 사랑스런 후배들...성완, 용수, 현진, 만기, 규태, 경수, 병철...

마지막으로 힘들었던 시절 끝까지 믿어주고, 다시 시작할 수 있게 항상

뒤에서 기도하고 응원해 주셨던 어머니 '최윤희' 여사님과 사랑하는 아내 '최은정' 과 지금은 엄마 뱃속에 있는 우리 '모리(태명)' 에게 대학원 생활의 마지막 결실인 이 논문을 바치고 싶습니다. 당신들이 없었다면 지금 황석기의 삶은 상상할 수가 없습니다. 앞으로 더욱 더 겸손하게, 진실하게, 노력하며 살겠습니다.

정말 감사합니다.

2006. 12 황석기

ABSTRACT

A Study on Ergonomic Working Environment Improvement of Researcher & Developer

Hwang, Seok-ki
Major in Industrial Engineering
Dept. of Industrial Engineering
Graduate School of
Hansung University

The aim of this study is to determine the risk factors of work-related musculoskeletal disorder of researchers and developers in Hi-Tech industry, through questionnaires and field observation. A sample of 140 R&D workers was chosen to respond the questionnaire, which was designed to investigate musculoskeletal symptoms and work-related discomfort. Field observation involved video recording of twelve tasks, characterized by a representative work model. For job hazard assessment, the following methodology has been applied OWAS for classification of working postures, RULA for assessment of work engaging the upper body, and REBA for assessment of work engaging the whole body. The results of the questionnaires indicate that researchers and developers complain acutely of poor work

environmental physical strain. It was observed through job hazard assessment according to varying manual handling lifting, carrying, inspection, and PC work. Results drawn in this study could be used to provide baseline information for improvement of research and development working environment in Hi-Tech industry and to prevent musculoskeletal disorder.