

자동차 정비사의  
작업평가와 근골격계 증상

연세대학교 보건대학원

산업보건학과

최원석

자동차 정비사의  
작업평가와 근골격계 증상

지도 차 봉 석 교수

이 논문을 보건학석사 학위논문으로 제출함

2004년 6월 일

연세대학교 보건대학원

산업보건학과

최원석

최원석의 보건학석사 학위논문을 인준함

심사위원 \_\_\_\_\_ 인

심사위원 \_\_\_\_\_ 인

심사위원 \_\_\_\_\_ 인

연세대학교 보건대학원

2004년 6월 일

## 감사의 글

이 논문이 완성되기까지 많은 지도와 도움을 주시고 세심한 배려를 아끼지 않으신 차봉석 교수님께 깊은 감사를 드립니다. 그리고 산업보건 전문가로의 첫 발을 내딛게 해 주신 노재훈 교수님과 열정으로 지도해 주신 한국산업안전공단의 김규상 교수님께 감사드립니다.

미흡한 자료를 세심하게 손보며 통계를 도와주신 산업보건 연구소의 고동희 선생님, 논문의 진행방향을 함께 고민해주시고 격려해주신 김현수, 김형렬 선생님과 자신의 일처럼 함께 고민해주신 백준엽 선생님께도 감사의 말씀을 전합니다.

바쁜 중에도 여러 동기를 챙기며 웃는 얼굴로 반겨주신 주선숙 조교선생님과 김영미, 박정아, 오현철, 이병철, 이창래 이태숙, 임정숙 동기 선생님들께도 감사드립니다.

또한 학업과 업무를 병행할 수 있도록 선처해 주신 오상용 소장님과 정진상 과장님께 감사드리고, 믿음과 격려로 용기를 북돋아 주신 이준희 팀장님과 여러 동료 선생님들께도 감사를 드립니다.

치열한 사회생활 속에서 언제나 내 편이 되어주는 마음의 안식처 ‘뭉친 것들’ 친구들과 부산의 용준에게도 고마운 마음을 전합니다. 그리고 논문 과정의 시작과 끝을 함께하며 도와 준 수정에게도 고마움을 전합니다.

마지막으로 멀리 떨어져 지내는 오빠를 대신해 잘 해주고 있는 사랑스러운 동생 윤정리와 부족한 아들을 위해 언제나 사랑과 희생을 아끼지 않으시는 부모님에게 이 논문을 바칩니다.

# 차 례

국 문 요 약 .....	i
I. 서 론 .....	1
II. 연구 대상 및 방법 .....	5
1. 연구 대상 .....	5
2. 연구 방법 .....	6
3. 분석 방법 .....	11
III. 결 과 .....	12
1. 일반적 특성 .....	12
2. 자동차 정비 공장 작업에 대한 인간공학적 평가 .....	14
3. 자동차 정비사의 근골격계 증상 .....	16
IV. 고 찰 .....	21
V. 결 론 .....	28
참고 문헌 .....	30
부 록 .....	33
영문 초록 .....	39

## 표 차례

표 1. 작업부하 및 작업빈도 평가 점수 .....	7
표 2. 자동차 정비 공장 부서별 작업 내용 평가 .....	8
표 3. 일반적 특성 .....	13
표 4. 자동차 정비 공장 작업에 대한 REBA 평가 .....	15
표 5. 근골격계 증상 호소 부위 .....	16
표 6. 일반적 특성에 따른 증상 호소 부위 .....	19
표 7. 근골격계 증상 호소에 영향을 주는 요인 .....	20
부록 표 1. 개선 후 자동차 정비 공장 작업에 대한 REBA 평가 .....	38

## 국 문 요 약

본 연구는 비정형적인 작업이 이루어지는 자동차 정비 공장 근로자의 근골격계 증상과 위험 요인을 알아보기 위하여 서울에 소재한 3개 자동차 정비 공장 근로자 150명을 대상으로 인간공학적 작업평가와 설문조사를 실시하고 개선방안을 제시하였다. 인간공학적 작업분석의 도구는 REBA (Rapid Entire Body Assessment)였으며 다음과 같은 결과를 얻었다.

인간공학적 작업 분석 결과 트렁크 바닥 판넬 교환과 리어 바닥 판넬 교환, 사이드셸 판넬 교환 작업에서 11점, 샌딩 작업과 크로스 멤버 교환, 실린더 헤드 교환, 파워 스티어링 링키지 교환, 엔진 오버홀(overhaul) 작업이 10점, 퍼티 작업이 7점, 리어 휠더 교환 작업이 6점, 도장 작업과 타이어 교환 및 위치 교환이 4점 등 이었다. 판금반과 도장반은 과도하게 허리를 숙이거나 다리를 쪼그리고 앉는 작업 자세에 의해 REBA점수가 높게 평가되는 경우가 많았으며, 일반 정비반은 자동차 하체에서 작업함으로써 허리와 목이 뒤로 젖혀지고 어깨가 들리며 팔을 뻗는 부담 동작에 의해 REBA점수의 상승을 유발하였다.

연구 대상자의 근골격계 증상 호소 부위는 어깨(20.0%), 등/허리(18.7%), 다리/발(16.7%), 손/손목(14.0%), 팔/팔꿈치(11.3%), 목(10.7%) 순 이었으며, 한 가지 이상 신체 부위에서 증상을 호소하는 근로자는 36.0%이 었다.

증상 호소에 영향을 주는 요인은 근무기간과 작업강도로써, 근무기간 에서는 10년 이상과 5~10년 미만의 근로자 증상 호소가 5년 미만의 근로 자에 비해 0.3배, 0.16배로 증가하였다. 작업강도에서는 약간 힘들과 매우

힘듦으로 느끼는 근로자의 증상 호소가 견딜만함으로 느끼는 근로자에 비해 4.12배, 11.18배로 증가하였다.

이상의 결과 자동차 정비사의 작업은 위험단계가 높은 작업이 많으나, 다른 자동차 관련 제조업에 비해 근골격계 질환 증상 호소가 낮았고, 근무 시간이 짧을수록 증상 호소가 높았다.

---

**핵심되는 말** : 자동차 정비사, 근골격계 증상, REBA



## I. 서론

최근 사회적 관심이 증대되고 있는 근골격계 질환(Musculoskeletal Disorders, MSD)은 신체의 반복적인 사용 또는 동작에 기인하거나 악화되는 근육, 인대, 신경 및 혈관의 지속적인 손상을 일컫는 말로써 미국에서는 누적외상성 장애(Cumulative Trauma Disorders, CTD), 오스트레일리아에서는 반복 작업손상(Repetitive Strain Injuries, RSI)이라는 명칭으로 불려져 왔으며, 이외에도 다양한 동의어가 사용되고 있다(Hales 등, 1994). 국내에서는 누적외상성 장애, VDT증후군 등의 용어로 사용되고 있으나, 노동부의 업무상 재해 인정기준에서는 '경견완 증후군'으로 규정하고 있다. 증상으로는 각 부위에 만성적인 통증, 저림, 마비 등이 수반되며 최악의 경우에는 그 부위를 영구히 못쓰게 되는 경우도 종종 발생한다. 이 질환은 손가락, 손목, 팔, 어깨 등에서 주로 발생하며 대부분 자연발생적 질환이라기 보다는 작업특성과 매우 밀접한 관계를 가지고 있다고 알려져 있다(박동현과 한상환, 1998). 1960년대 국제 노동기구(International Labor Organization, ILO)가 작업관련성 근골격계 질환(Work-related Musculoskeletal Disorders, WMSD, 이하 WMSD로 설명)에 관하여 언급한 이래, 1990년대에 들어서는 급속도로 발생이 증가하여 미국의 경우 WMSD가 전체 직업성 질환에서 차지하는 비율이 1980년도에 18%에서 1991년에는 61%를 차지할 정도로 현저히 증가하였고(Zenz, 1994), 1999년 미국 노동부 통계청(Bureau of Labor Statistics, BLS) 통계에 의하면 약 647,000명의 근로자가 WMSD로 고통받고 있으

며, 매년 150~200억 달러의 예산이 지출되고 있다고 한다(OSHA, 2000). 미국 정부에서는 이와 같은 WMSD를 예방 및 완화하기 위하여 인간공학 적 접근의 필요성을 절감하고, 2000년에 시행할 예정으로 인간공학 기준 의 초안을 1999년에 발표하였고, 2002년 4월 OSHA(Occupational Safety & Health Administration)는 WMSD의 감소를 위해 산업별 인간공학기준 마련, 법령의 강화, 위험 집단의 관리 등을 내용으로 하는 관련 계획을 발표하였다.

우리나라의 경우 WMSD 관련 연구는 서비스 업종인 전화교환원(박정 일 등, 1989)에서 시작하여 은행 창구 근무자(구정완과 이승한, 1991), 포장 부서 근로자(이원진 등, 1992), 콘돔공장의 생산직 근로자(강중구 등, 1996), 육류 가공업체 근로자(이종민 등, 1999), 조선업 근로자(홍윤철 등, 1996), 상선 승무원(김재호와 이종영, 1998), 자동차 관련 직종 근로자(윤철수와 이세훈, 1999) 등 다양한 직종에 대하여 연구되고 있으나 아직도 연구되어야 할 대상은 매우 많다. 우리나라에서 업무상 질병으로 인정한 WMSD의 종류와 특성을 분석한 자료(안연순 등, 2002)에 의하면 우리나라에서 가장 많이 발생하는 업종으로는 제조업(자동차 및 트레일러 제조, 운송장비 제조)이 57.3%로 가장 많고, 운수업이 11.2%, 건설업이 6.1% 순으로 되어 있어 업무상으로 인정된 경우와 실제로 이런 질환이 발생된다고 연구된 대상 업종과는 많은 차이가 있음을 볼 수 있다(김현욱, 2002). 미국 OSHA에서는 WMSD가 주로 발생하는 직업으로 육류 포장, 의류 봉제, 자동차 조립 과 부품 제조, 고기 가공처리, 냉장 감자칩과 스낵 생산 등을 지적하였다 (OSHA, 2000). 이런 점을 감안해 보면 아직 업무상 질병으로 인정되는 경우는 매우 한정된 직종에 국한되어 있고, 선진국에서 많이 발생된 것으로

알려진 육가공이나 봉제, 서비스 산업 등에서는 아직 인정된 사례가 매우 적어 앞으로 우리나라에서는 국가적으로 WMSD의 발생에 대한 감시 체계를 구축하고 구체적으로 발생 기록을 남길 수 있는 제도를 보완하여야 할 것으로 보이며, 제조업과 더불어 다양한 서비스 업종 등도 적용할 수 있는 보완이 필요할 것이다(김현욱, 2002).

WMSD의 요인인 반복적이며 불편하고 부자연스러운 작업자세, 강한 노동강도, 작업 시 사용되는 과도한 힘, 불충분한 휴식 등은 제조업과 같은 일반 산업 현장에 국한된 것이 아니며 서비스 종사자들에게도 이러한 WMSD의 위험이 산재하고 있다. 특히, 자동차 관련 직종에서 조립 작업은 상대적으로 긴 작업주기, 평행한 공정흐름(parallel flow) 등의 작업 특성으로 그동안 여러 연구들에서 WMSD의 발생과 연관이 있는 것으로 나타났으나(윤철수와 이세훈, 1999), 상대적으로 평행하지 못한 공정의 흐름(non-parallel flow)과 비정형화된 작업을 수행하는 정비 작업은 관련 연구를 찾아보기 어려운 실정이다. 그러나, 자동차 정비 작업 중에도 판금 작업은 일그러진 차체를 절단 및 복구하는 작업으로 파손된 차체의 강판을 변형하고 수정하기 위하여 파손된 부분에 대한 가스 절단 및 용접 이음, 판넬 교환 및 프레임 교정 등의 작업을 하기 위하여 많은 수공구를 사용하고 있으며, 쪼그려 앉아서 작업하기, 허리를 구부리고 작업하기, 허리를 뒤틀고 작업하기 등 불안정한 작업 자세를 취한 상태에서 밀고 당기는 등의 근골격계에 부담 작업이 수행되고 있다. 지금까지 같은 자동차 관련 직종임에도 불구하고 자동차 정비 작업은 상대적으로 짧은 작업주기, 평행하지 못한 공정의 흐름, 생산량이 일정치 않는 등의 작업 특성으로 인하여 WMSD의 주요 위험 요인 중의 하나인 작업빈도에 대하여 평가를 하지 못

하였기 때문에 WMSD의 위험 작업에 대한 분류가 없는 실정이었다.

따라서 본 연구의 목적은 자동차 정비 공장 근로자의 다양한 작업 내용 중 부서별 부담 작업을 분류하고, 분류된 부서별 부담 작업에 대한 인간공학적 작업평가를 통해 자동차 정비 공장 근로자의 작업에 대한 개선 방안을 제시하고자 하였다.

이에 본 연구의 구체적인 목적으로는

첫째, 자동차 정비 공장 근로자의 작업에 대한 인간공학적 작업 평가를 한다.

둘째, 근골격계 증상 호소와 이에 영향을 미치는 요인을 파악한다.

## II. 연구 대상 및 방법

### 1. 연구 대상

자동차 정비 공장 근로자들의 WMSD에 대한 위험 요인을 연구하기 위해 서울에 소재한 대기업 자동차 정비 공장들 중 3개 자동차 정비 공장 근로자들을 연구 대상으로 선정하였고, 한 명의 근로자가 판금이나 정비, 도장 등의 작업을 동시에 실시하여 근골격계 부담 작업의 원인을 찾을 수 없는 소규모 정비 사업소는 본 연구 대상에서 제외하였다. 또한, 자동차의 특성에 의한 정비의 차이가 근골격계 부담 작업에 영향을 미치는 것을 고려하여 자동차 회사가 각각 다르도록 선정하였다.

3개의 자동차 정비 공장을 직접 방문하여 근로자들의 작업을 관찰하였고, 모든 대상 근로자들에 대해 신체 부위에 대해 불편이나 통증 호소 여부를 묻는 증상 설문지를 배포하여 WMSD에 대한 증상 호소율을 조사하였다. 총 158명의 현장 근로자를 대상으로 설문지를 작성하도록 하였으며, 이 중 자료가 불충분한 경우나 증상 호소 부위와 과거 사고 부위가 일치하는 8명은 연구 대상에서 제외하였다. 연구 대상 현장근로자 150명 전원 남자 근로자였다.

## 2. 연구 방법

### 가. 자동차 정비 작업의 평가

자동차 정비 작업의 특성상 취급 부속품이 많고, 불안정한 작업자세와 중량물 취급으로 인한 작업부하가 많이 걸리나 일반 정비와 판금부서는 근로자 1인당 작업 내용별 작업의 빈도가 매우 적어, 작업부하(A)와 하루 단위의 작업빈도를 곱하는 식의 부담 작업의 선정은 작업 내용별 점수의 차등화가 어려워, 작업빈도를 대신하여 작업 표준시간을 적용하여 작업별 근골격계 부담 정도를 차등화 하였다. 작업 표준시간이란 부과된 작업을 올바르게 수행하는데 필요한 숙련도를 지닌 작업자가 주어진 작업 조건하에서 보통의 작업 페이스로 작업을 하고, 정상적인 피로와 지연을 수반하면서 규정된 질과 양의 작업을 규정된 작업 방법에 따라 행하는데 필요한 시간(황학, 1999)이라고 정의된다.

그러나 도장반의 경우는 작업내용이 페티 작업과 샌딩 작업, 도장 작업으로 한정되어 있으며 근로자 한 명이 근무 시간 동안 세 가지 작업을 모두 수행하기 때문에 하루 단위의 작업빈도를 적용하였다.

작업부하(A) 및 작업빈도(B)는 근로자 면담을 통해 조사를 했으며, 매우 쉬움이 1점, 쉬움이 2점, 약간 힘들어 3점, 힘들어 4점, 매우 힘들어 5점으로 하였고, 작업빈도(B)는 3개월마다(년 2~3회) 1점, 가끔(하루 또는 주 2~3회)이 2점, 자주(1일 4시간)가 3점, 계속(1일 4시간 이상)이 4점, 초과 근무 시간(1일 8시간 이상)을 5점으로 하였다(표 1).

평가 대상 작업 선정은 자동차 정비 작업장에서 가장 빈번하게 이루어지는 타이어 교체 및 위치 교환 작업과 근골격계 부담 총점수가 높은 상위

작업 중에서 일반 정비반과 판금반에서 각각 4개(크로스 멤버 교환, 실린더 헤드 교환, 파워 스티어링 링키지 교환, 엔진 오버홀 작업; 트렁크 바닥 판넬 교환, 리어 웬더 교환, 리어 바닥 판넬 교환, 사이드썸 판넬 교환)의 작업과 도장반에서 3개(퍼티 작업, 샌딩 작업, 도장 작업) 작업을 선정하여, 총 12개 작업을 평가 대상 작업으로 분류하여 인간공학적 평가를 실시하였다(표 2).

표 1. 작업부하 및 작업빈도 평가 점수

구 분	분 류	점 수
작업부하(A)	매우 쉬움	1
	쉬움	2
	약간 힘들	3
	힘들	4
	매우 힘들	5
작업빈도(B)	3개월마다(년 2~3회)	1
	가끔(하루 또는 주 2~3일)	2
	자주(1일 4시간)	3
	계속(1일 4시간 이상)	4
	초과근무시간(1일 8시간 이상)	5

표 2. 자동차 정비 공장 부서별 작업 내용 평가

부 서	작업내용	작업부하 (A)	* 작업표준시간 또는 작업빈도(B)	총 점수 (A×B)
일반 정비	파워스티어링 링키지 교환	5	3.7	18.5
	실린더 헤드 교환	5	8.6	43.0
	A/T 교환	3	3.7	9.0
	LPG 봄베 교환	3	1.0	3.0
	리어 서스펜션 빔 컴플리트 교환	2	2.6	5.2
	타이어 교체 및 위치 교환	3	1.0	3.0
	파워 스티어링 펌프 교환	3	1.4	4.2
	스타트 모터 교환	2	0.5	1.0
	크로스 멤버 교환	4	3.7	14.8
	엔진 오버홀 작업	5	17.9	89.5
	엔진 E.C.M 교환	4	0.6	2.4
	히터 코어 교환	4	2.5	10.0
	브레이크 페달 교환	4	0.7	2.8
	스티어링 킴럼 교환	4	1.1	4.4
	각종 하네스 교환	4	1.4	5.6
	ABS Type 베이퍼라이저 교환	5	1.4	7.0
	판금	프론트 휠 하우스 교환	3	4.3
프론트 사이드 멤버 교환		3	5.4	16.2
사이드셸 판넬 교환		4	4.0	15.9
사이드셸 판넬 판금		5	3.0	15.0
리어 웬더 교환		3	5.4	16.1
사이드 바디 아우터 (A+B+사이드셸 부분) 교환		3	7.0	21.0
루프 판넬 교환		4	4.4	17.7
프론트 바닥 판넬 교환		5	8.5	42.5
리어 바닥 판넬 교환		5	7.6	38.1
트렁크 바닥 판넬 교환		5	5.2	25.8
도장	퍼티 작업	4	3	12
	샌딩 작업	5	3	15
	도장 작업	3	3	9

\*: 일반 정비반과 판금반은 작업표준시간, 도장반은 작업빈도 적용



## 나. 인간공학적 작업 평가

선정된 근골격계 부담 작업에 대한 인간공학적 평가는 Rapid Entire Body Assessment(REBA)를 이용하였다. REBA는 최근에 개발된 자세 평가 도구로써 Hignett와 McAtamney(2000)가 개발하였으며, 보건관리자와 다른 서비스 산업에서 발견되는 예측할 수 없는 작업자세를 민감하게 잘 적용하기 위해 개발된 작업 자세 분석도구로써 작업자의 움직임 단계를 관찰한 후 신체 부위를 분할하여 각 신체 부위별 점수를 부여한 후 정수 코드 체계를 이용하여 평가하는 분석 도구이다. 특히, 정적이거나 급속히 변하거나 불안정한 자세를 평가할 수 있도록 고안되어 비정형적인 작업을 수행하는 자동차 정비 근로자들에게 REBA가 가장 적합하였다. 작업 자세 평가는 현장에서 디지털 카메라로 근골격계 부담 작업 자세를 촬영한 후, 위험 요인이 높은 자세를 분류하여 실험실에서 정밀하게 분석하였다.

#### 다. 근골격계 증상 조사

근골격계 증상 조사는 2003년 12월부터 2004년 2월까지 3개월간 설문지를 배부한 후 자기기입식으로 작성하게 하여 수거하였으며, 사용된 설문지는 한국산업안전공단 WMSD 예방팀에서 개발한 KOSHA CODE H-30-2003의 WMSD 증상 조사표를 사용하였다(한국산업안전공단, 2003). 설문지의 배부와 작성 및 수거는 해당 사업장 보건 업무 담당자의 협조로 이루어졌으며, 해당 근로자에게 작성 요령을 주지시킨 다음 근로자 자신이 직접 기입하도록 하였고, 응답을 하지 않았거나 불충분한 경우 다시 근로자에게 확인하여 정확히 작성하도록 하였다.

조사 내용은 연령, 근무기간, 결혼상태, 작업부서(일반 정비, 판금, 도장), 취미활동, 가사노동시간, 과거병력, 교통사고 여부, 일의 육체적 부담 정도 등의 일반적인 사항에 대하여 조사하였다. 증상 설문지에서는 목과 상지의 4개 부위(목, 어깨, 팔/팔꿈치, 손/손목/손가락)와 허리, 다리/발 등의 하지 2개 부위의 자각 증상 유무, 증상의 지속기간, 통증의 정도 및 빈도를 묻는 항목과 증상에 따른 조치로 병원 또는 의원, 약국 등의 이용 유무, 결근 또는 휴무의 유무 및 작업 전환 유무 등을 조사하였다. 증상의 정의는 NIOSH의 정의에 따라 적어도 1주일 이상 또는 과거 1년간 적어도 한달에 한번 이상 상지의 관절부위(목, 어깨, 팔꿈치 및 손목)에서 지속되는 하나 이상의 증상(통증, 쑤시는 느낌, 뻣뻣함, 뜨거운 느낌, 무감각 또는 찌릿찌릿한 느낌)들이 존재하고, 동일한 신체부위에 유사 질병과 사고 병력이 없어야 하고 증상은 현재의 작업으로부터 시작되는 경우로 하였다.

### 3. 분석 방법

자기기입식 설문지를 통하여 얻어진 자료의 분석은 연구 대상자 전체에 대한 일반적인 특성들에 대한 빈도를 분석하고, 목과 상지, 하지의 신체 부위별로 근골격계 증상 호소율을 구하였다.

근골격계 증상 호소와 관련요인을 알아보기 위하여 조사한 변수의 특성에 따라 증상 호소율을 카이자승( $\chi^2$ -test)을 이용하여 비교하였다. 이때 조사된 변수들은 기존의 연구와 본 연구 대상자들의 분포를 고려하여 연령은 20대 군과 30대 군, 40대 이상 군으로, 결혼상태는 기혼자와 미혼자 군으로, 근무기간은 5년 미만과 5~10년 미만, 10년 이상 군으로 세분화 하였다. 다음으로 조사된 변수 중 증상 호소를 결정하는 요인을 알아보기 위하여 다변량 회귀분석(multiple logistic regression analysis)을 실시하였다. 통계처리는 SAS Version 8.1 통계 프로그램을 이용하였다.

### Ⅲ. 결 과

#### 1. 일반적 특성

연구 대상자 총 150명은 전원 남자 근로자 였으며, 연령별 분포는 20대 근로자가 45명(29.6%), 30대가 76명(51.4%), 40대 이상이 29명(19.1%)이였으며, 평균 연령은 34.0세였다.

규칙적인 운동에 대해서는 안한자의 근로자가 112명(74.7%)으로 한자의 근로자 38명(25.3%)보다 높았으며, 1일 가사노동의 유무를 묻는 질문에는 거의하지 않는다가 68명(45.3%), 1시간 미만이 58명(38.7%), 1시간 이상은 24명(16.0%)으로 과반수 이상이 가사노동을 하고 있었다. 작업부서는 일반 정비반이 90명(60.0%), 판금반이 35명(23.3%), 도장반이 25명(16.7%)이었다. 현재 하고 있는 작업에 대해서 주관적으로 느끼는 작업강도는 힘들지 않거나 견딜만하다고 응답한 사람이 전체의 80명(53.3%)이고, 70명(46.7%)이 약간 힘들거나 혹은 너무 힘들므로 대답하여 현재의 작업에 대해서 느끼는 작업강도는 비교적 낮은 수준이었다(표 3). 그러나 판금 부서는 전체 응답자 35명 중 23명(65.7%)이 약간 힘들거나 매우 힘들므로 대답해 현재의 작업에 대해서 느끼는 작업강도가 다른 부서에 비해 비교적 높은 수준이었다. 이러한 결과는 현재의 작업에 대한 WMSD의 위험성을 간접적으로 추정할 수 있는 하나의 근거라 할 수 있다.

표 3. 일반적 특성

변수	구분	빈도 (%)
성별	남	150 (100)
연령	20대	45 (30.0)
	30대	76 (50.7)
	40대 이상	29 (19.3)
결혼	기혼	95 (65.3)
	미혼	55 (36.7)
규칙적 운동	한다	38 (25.3)
	안한다	112 (74.7)
1일 가사노동	거의하지 않는다	68 (45.3)
	1시간 >	58 (38.7)
	1시간 ≤	24 (16.0)
근무기간	5년 >	34 (22.7)
	5~10년 >	39 (26.0)
	10년 ≤	77 (51.3)
부서	일반 정비	90 (60.0)
	판금	35 (23.3)
	도장	25 (16.7)
작업강도	전혀 힘 안 들	11 (7.3)
	견딜만함	69 (46.0)
	약간 힘들	63 (42.0)
	매우 힘들	7 (4.7)

## 2. 자동차 정비 공장 작업에 대한 인간공학적 평가

본 연구자가 현장에서 REBA(Hignett와 McAtamney, 2000)로 정비 공장 작업 자세를 분석한 결과 트렁크 바닥 판넬 교환과 리어 바닥 판넬 교환, 사이드썰 판넬 교환 작업에서 가장 높은 11점이고 이는 지금 즉시 작업 개선이 필요한 조치 수준이었다. 다음으로는 샌딩 작업과 크로스 멤버 교환, 실린더 헤드 교환, 파워스티어링 링크지 교환, 엔진 오버홀(overhaul) 작업이 10점으로 작업 개선이 필요한 조치 수준이었다.

이는 자동차 정비 작업 시 사용하는 장비의 무게와 부적절한 작업 자세가 허리와 어깨에 무리한 부담을 주는 작업들로 이루어져 있기 때문이다.

다음으로는 퍼티 작업이 7점, 리어 휠더 교환 작업이 6점, 도장 작업과 타이어 교환 및 위치 교환이 4점 순이었다(표 4).

자동차 정비 공장 부담 작업에 대한 신체 부위의 REBA점수는 대부분의 작업에서 높은 위험도를 가지고 있으며 가장 부담을 느끼고 있는 부위는 부적절한 자세로 인한 몸통과 위팔이었다. 여기서 몸통이라는 것은 허리를 포함하며 위팔은 어깨를 포함하는 것으로써 주로 들기 작업 자세나 작업 위치가 낮아 허리를 숙이고 작업하는 부적절한 자세를 취할 수 밖에 없는 작업에서 높은 값을 보였다(표 4).

표 4. 자동차 정비 공장 작업에 대한 REBA 평가

작업 내용	신체 부위					하중 손목 /힘	손잡 이	행동 점수	REBA 점수	조치 단계	위험단계		
	몸통	목	다리	위팔	아래 팔								
일반 정비	과워 스티어링 링키지	3	3	2	5	2	2	1	1	0	10	3	높음
	실린더 헤드	5	1	1	5	2	1	2	1	1	10	3	높음
	타이어 교환 및 위치	1	1	1	3	2	2	0	0	1	4	1	낮음
	크로스 멤버	3	3	2	5	2	2	1	1	0	10	3	높음
	엔진 오버홀	3	3	2	5	2	2	1	1	0	10	3	높음
관급	사이드셀 판넬	3	3	4	3	1	2	1	2	1	11	4	매우 높음
	리어 웬더	2	3	1	4	1	1	1	1	0	6	2	보통
	리어 바닥 판넬	5	2	2	3	2	2	1	2	1	11	4	매우 높음
	트렁크 바닥 판넬	5	2	2	3	2	2	1	2	1	11	4	매우 높음
도장	퍼티	3	2	2	4	2	1	0	0	1	7	2	보통
	샌딩	5	3	2	2	1	1	1	1	1	10	3	높음
	도장	2	1	2	3	1	1	1	0	0	4	2	보통

### 3. 자동차 정비사의 근골격계 증상

#### 가. 증상 호소율

근골격계 증상 여부는 NIOSH에서 제시된 근골격계 평가 기준을 토대로 하여 증상을 느끼는 사람 중에서도 과거에 사고나 질환이 있었던 사람은 제외하였으며, 작업과 관련하여 통증이 1주일 이상 또는 과거 1년간 적어도 한 달에 한 번 이상 통증을 느끼는 것을 증상 호소로 보았다(NIOSH, 1993).

NIOSH 기준에 해당되는 작업관련성 근골격계 증상 호소에서 어느 한 부위라도 NIOSH 기준에 해당되는 경우는 36.0%로 나타났으며, 부위별로는 어깨(20.0%), 등/허리(18.7%), 다리/발(16.7%), 손/손목(14.0%), 팔/팔꿈치(11.3%), 목(10.7%)의 순이었다.

표 5. 근골격계 증상 호소 부위

증상 호소 부위		증상 호소자	백분율(%)
신체부위별	목	16	10.7
	어깨	30	20.0
	팔/팔꿈치	17	11.3
	손/손목	21	14.0
	등/허리	28	18.7
	다리/발	25	16.7
근골격계 증상 호소*		54	36.0

\* : 신체 어느 한 부위라도 NIOSH 기준에 해당하는 경우



#### 나. 자동차 정비사의 근골격계 증상과 호소부위

연구 대상자의 일반적인 특성에 따른 근골격계 증상 호소 부위를 조사한 결과 연령에 따른 증상 부위가 20대 군에서는 등/허리에서 6명(13.3%), 어깨, 팔/팔꿈치에서 3명(6.7%), 손/손목, 다리에서 2명(4.4%), 목에서 1명(2.2%) 순이었고, 30대 군에서는 어깨에서 20명(25.6%), 등/허리, 다리에서 16명(20.5%), 손/손목에서 14명(18.0%), 목, 팔/팔꿈치에서 9명(11.8%)순이었다. 또한 40대 이상의 군에서는 다리, 어깨에서 7명(24.1%), 목, 등/허리에서 6명(20.7%), 팔/팔꿈치, 손/손목에서 5명(17.2%)순이었다. 이 결과로 보아 대부분의 근로자의 자동차 정비 작업과 관련하여 어깨 부위에서 제일 많은 통증을 호소하고 있었으며, 연령에 따라서는 목, 어깨, 다리 부위에서 근골격계 증상의 호소율이 통계학적으로 유의한 차이가 있었다( $p < 0.05$ ).

결혼여부에 따른 근골격계 증상 호소 중 어깨 부위에서는 기혼이 24명(25.3%), 미혼이 6명(10.9%)으로 통계학적으로 유의한 차이가 있었다( $p < 0.05$ ).

근무기간에 따른 증상 부위로는 5년 미만의 군에서는 등/허리에서 5명(14.7%), 팔/팔꿈치, 손/손목, 다리에서 2명(5.9%), 목, 어깨에서 1명(2.9%) 순이었고, 5~10년 미만의 군에서는 어깨에서 9명(23.1%), 손/손목, 등/허리, 다리에서 4명(10.3%), 목에서 3명(7.7%), 팔/팔꿈치에서 2명(5.1%) 순이었다. 그리고 10년 이상 군에서는 어깨 20명(26.0%), 등/허리, 다리에서 19명(24.7%), 손/손목에서 15명(19.5%), 팔/팔꿈치에서 13명(16.9%), 목에서 12명(15.6%) 순으로, 근무기간에 따라서는 어깨와 다리부위의 증상 호소율이 통계학적으로 유의하게 높았다( $p < 0.05$ ).

작업강도에 따른 작업관련 근골격계 증상 호소율을 조사한 결과는 약간 힘들이나 매우 힘들이라고 답변한 70명 중 37명(52.9%)이 근골격계 증상을 호소하였고, 신체 부위별로는 등/허리에서 24명(34.3%), 어깨, 다리에서 18명(25.7%), 손/손목에서 16명(22.9%), 팔/팔꿈치에서 13명(18.6%), 목에서 12명(17.1%) 순으로, 작업강도에 따라서는 팔/팔꿈치, 손/손목, 등/허리와 다리 부위의 증상 호소율이 통계학적으로 유의하였다(표 6).

표 6. 일반적 특성에 따른 증상 호소 부위

변수	구분	근골격계 증상	신체 부위					
			목	어깨	팔/팔꿈치	손/손목	등/허리	다리
연령	20대	9(20.0)	1(2.2)*	3(6.7)*	3(6.7)	2(4.4)	6(13.3)	2(4.4)*
	30대	35(46.1)	9(11.8)	20(25.6)	9(11.8)	14(18.0)	16(20.5)	16(20.5)
	40대 이상	10(34.5)	6(20.7)	7(24.1)	5(17.2)	5(17.2)	6(20.7)	7(24.1)
결혼	기혼	36(37.9)	13(13.7)	24(25.3)*	12(12.6)	17(17.9)	18(19.0)	18(19.0)
	미혼	18(32.7)	3(5.5)	6(10.9)	5(9.1)	4(7.3)	10(18.2)	7(12.7)
규칙적 운동	한다	14(36.8)	4(10.5)	7(18.4)	4(10.5)	3(7.9)	5(13.2)	8(21.5)
	안한다	40(35.7)	12(10.7)	23(20.5)	13(11.6)	18(16.1)	23(20.5)	17(15.2)
1일 가사노동	거의하지 않는다	21(30.9)	9(13.2)	11(16.2)	9(13.2)	8(11.8)	12(17.7)	12(17.7)
	1시간 >	22(37.9)	6(10.3)	13(22.4)	4(6.9)	9(15.5)	11(19.0)	9(15.5)
	1시간 ≤	11(45.8)	1(4.2)	6(25.0)	4(16.7)	4(16.7)	5(20.8)	4(16.7)
근무기간	5년 >	7(20.6)	1(2.9)	1(2.9)*	2(5.8)	2(5.9)	5(14.7)	2(5.9)*
	5~10년 >	12(30.8)	3(7.7)	9(23.1)	2(5.1)	4(10.3)	4(10.3)	4(10.3)
	10년 ≤	35(45.5)	12(15.6)	20(26.0)	13(16.9)	15(19.5)	19(24.7)	19(24.7)
부서	일반 정비	30(33.3)	10(11.1)	17(18.9)	8(8.9)	10(11.1)	12(13.3)	12(13.3)
	관급	14(40.0)	4(11.4)	6(17.1)	6(17.1)	8(22.9)	11(31.4)	7(20.0)
	도장	10(40.0)	2(8.0)	7(28.0)	3(12.0)	3(12.0)	5(20.0)	6(24.0)
작업강도	견딜만함	17(24.8)*	4(5.8)	12(17.4)	4(5.8)*	5(7.3)*	4(5.8)*	7(10.1)*
	약간 힘들	32(50.8)	10(15.9)	16(25.4)	10(15.9)	13(20.6)	21(33.3)	15(23.8)
	매우 힘들	5(71.4)	2(28.6)	2(28.6)	3(42.9)	3(42.9)	3(42.9)	3(42.9)

\* : p<0.05 ; n(%) : ( )는 각 군별 대상자에 대한 비율 ; 근골격계 증상 : 신체 어느 한 부위라도 NIOSH 기준에 해당하는 경우

### 다. 자동차 정비사의 근골격계 증상 호소에 영향을 주는 요인

연령, 근무기간, 근무부서, 노동강도를 종속 변수로 보고 다중 로지스틱 회귀분석을 하여 증상 호소율에 영향을 주는 요인을 분석하였다.

연령이 증가할수록 증상 호소율은 감소하였고, 통계학적으로 유의하지 않았으며, 근무기간에서는 10년 이상과 5~10년 미만의 근로자의 증상 호소가 0.30배, 0.16배로 증가하였으며, 통계학적으로 유의하였다( $p < 0.05$ ).

근무부서에서는 도장반에 비해 일반 정비와 판금반 근로자의 증상 호소율이 감소하였으나 통계학적으로 유의하지 않았다(표 7).

작업강도에서는 약간 힘들과 매우 힘들으로 느끼는 근로자의 증상 호소가 견딜만함으로 느끼는 근로자에 비해 4.12배, 11.18배로 증가하였으며, 통계학적으로 유의하였다( $p < 0.05$ ).

표 7. 근골격계 증상 호소에 영향을 주는 요인

변수	증상호소				
	Chi-square	p-value	OR	95%CI	
연령	1.17	0.28	0.96	0.88-1.04	
5년 >	5~10년 >	6.86	0.01	0.16	0.04-0.63
	10년 ≤	4.84	0.03	0.30	0.10-0.88
도장	일반 정비	0.29	0.59	0.76	0.28-2.07
	판금	0.84	0.36	0.58	0.18-1.88
견딜만함	약간 힘들	12.07	0.01	4.12	1.85-9.15
	매우 힘들	6.85	0.01	11.18	1.83-68.19

OR, odds ratio; CI, confidence interval; 근골격계 증상 : 신체 어느 한 부위라도 NIOSH 기준에 해당하는 경우

## IV. 고 찰

새로운 산업 구조와 변화된 사회 환경으로 인해 작업과 관련되어 목, 어깨, 팔꿈치, 손목, 손가락, 허리, 다리 등을 중심으로 우리나라에서 최근 급증하고 있는 직업병 중의 하나가 WMSD이다. WMSD는 신체 특정 부위에 반복되는 작업과 불편하고 부자연스러운 작업자세, 강한 노동강도, 작업시 요구되는 과도한 힘, 불충분한 휴식 등이 원인이 되어 목, 어깨, 팔꿈치, 손목, 손가락, 허리, 다리 등 주요 관절 부위를 중심으로 근육과 혈관, 신경 등에 미세한 손상이 생겨 결국 통증과 감각 이상을 호소하는 근육 골격계의 만성적인 건강 장애를 말한다. 또한, 미국 산업안전보건연구원(NIOSH, 1993)에서는 WMSD에 대한 증상 기준(symptom guideline)을 다음과 같이 정의하고 있다. “적어도 일주일 이상 또는 과거 1년간 한 달에 한 번 이상 상지의 관절 부위(목, 어깨, 팔꿈치 및 손목)에서 지속되는 하나 이상의 증상들(통증, 쑤시는 느낌, 뻣뻣함, 화끈거리는 느낌, 무감각 또는 찌릿찌릿함)이 존재하고, 동일한 신체 부위에 유사 질병과 사고 병력이 없어야 하고 증상은 현재의 작업으로부터 시작되어야 한다.”

미국의 ‘OSHA 2000 Logs’에 의해 집계된 직업병 통계(사기업 대상)를 보면 1981년도에 WMSD 발생 건수가 23,000건이었던 것이 15년 후인 1995년도에는 약 13.4배 증가한 308,200건으로 전체 직업병 발생 건수에서 62.3%를 차지할 정도로 급속히 증가하여 산업보건의 주요 문제 중의 하나로 자리 잡고 있다(OSHA, 2000). 더욱더 심각한 것은 이들 환자의 60% 이상이 제조업 근무자가 차지하고 있다는 것이다. 이러한 WMSD 상위 관련

업종을 보면 제조업체의 대표적인 업종 중의 하나인 자동차 관련 업종이 전체의 16% 내외로 가장 많은 비율을 차지하고 있으며, 자동차 공장을 대상으로 한 연구(Punnett 등, 1998)에 의하면 유병률이 27.4%~32.6% 정도인 것으로 보고되고 있다. 국내에서는 WMSD 실태에 대한 공식적인 보고는 그리 많은 편이 아니며, 그나마 보고된 몇 연구 결과나 직업병으로 인정된 사례들도 대부분이 사무직중에 근무하는 VDT 작업자들이다. 현재 국내에서의 산재보상보험법에 의해 업무상 질병으로 인정된 근골격계 질환자(신체 부담 작업 및 요통) 현황은 1996년 전화 교환원들의 집단적인 직업병 인정사례를 포함하여 총 506명이 보고 되었으며 전체 직업병 인정자의 33.1%까지 차지했다. 그러나 이러한 통계는 근로복지공단에 산재 요양을 신청하여 직업병으로 인정된 사례들만이 집계된 결과이고, 작업장 전체에 대한 현황은 아직 집계되지 않고 있다.

최근에는 제조업체에 근무하는 근로자들에게서도 발생이 보고되고 있는데, 이원진 등(1992)은 레이온 공장의 포장 작업자들을 대상으로 이학적 검진을 한 결과 손목에서의 유병률이 23.8%였고, 이 중 수근관 증후군은 전체 9.5%에 해당된다고 하였다. 김양옥 등(1995)은 전자렌지 조립 작업자들을 대상으로 작업자세 분석과 이학적 검진을 한 결과 전체 유병률이 43.8%이었으며, 남성에 비해 여성 근로자에게서 목-어깨, 등, 손목-손 부위의 불편함과 통증 호소율이 높다고 하였다. 송동빈 등(1997)은 선박 건조 작업자의 유병률이 29.0%이었다고 보고하였다. 이윤근 등(2001)은 자동차 조립 공장 작업자들을 대상으로 WMSD에 대한 증상을 조사하고 이학적 검진을 한 결과 미국 NIOSH의 감시 기준에 의한 증상 호소자는 어깨 부위가 46.9%로 가장 많았고, 그 다음이 손/손목 부위로 39.4%, 다리 부위가

35.2%, 허리 부위가 34.1%, 팔/팔꿈치 부위가 31.2%, 그리고 목 부위가 24.0%로 가장 낮은 것으로 나타나는 등 최근에는 제조업체 특히, 자동차 조립 작업에 대한 많은 연구가 나오고 있다.

본 연구는 앞으로 국내의 제조업체에서도 상지 근골격계 질환의 급격한 증가가 예상되는 시점에서 자동차 정비 작업자들에서의 유병 실태를 파악하기 위해 NIOSH 정의에 의한 근골격계 증상 호소율을 조사하였다. 또한 자동차 정비사의 작업에 대한 인간공학적 분석을 통해 위험 요인을 찾고자 했으며, 작업 방법의 개선안을 제시하였다.

WMSD에 대한 의학적 조사는 이 연구에서도 진찰과 임상 검사를 통해 판단하지 않고 설문지를 통한 자기기입식의 증상 조사를 통해 이루어졌기 때문에 응답자의 주관에 의해 좌우되고 조사시점, 조사대상 사업체의 노사관계, 조사 목적에 따라 영향을 받을 수 있었다.

작업에 대한 인간공학적 분석 및 평가는 보건관리나 기타 서비스 산업에서 발견되는 예측할 수 없는 작업 자세 형태에 대하여 전신 작업 자세를 민감하게 분석할 수 있는 Hignett와 McAtamney(2000)가 개발한 REBA를 이용하였다.

인간공학적 분석 대상 작업은 작업 표준시간을 적용하여 부서별 작업 부하가 가장 많이 걸리는 작업에 대해 선정하였다. 그 결과, 판금 작업에서 REBA 위험 단계가 높은 작업이 가장 많았으며, 다음으로 일반 정비와 도장반의 순이었다. 신체 부위별 점수 분포에서는 일반 정비 작업에서 위팔의 점수가 3~5점으로 높았으며, 다음으로 몸통에서는 1~5점으로 다양하게 분포하였다. 또한 판금에서는 위팔이 3~4점이었으나, 몸통이 2~5점으로 높게 나와 판금 작업의 어깨부위의 근골격계 증상 호소율이 높은 결과

와 다른 양상을 보였다. 이는 작업 자세에서는 일반 정비작업이 어깨를 들거나 하는 등의 부자연스러운 자세가 많으나 판금 부서는 힘을 과도하게 사용하고 작업 내용에서 손잡이가 없거나 불편한 작업이 많기 때문에 판단이 된다.

본 연구 설문조사를 통하여 통계 분석을 한 결과 근로자의 근골격계 증상 호소 부위는 어깨(20.0%), 등/허리(18.7%), 다리/발(16.7%), 손/손목(14.0%), 팔/팔꿈치(11.3%), 목(10.7%) 순이었다. 이는 이윤근 등(1998)의 자동차 조립 작업 근로자의 경우 어깨(36.5%), 허리(36.5%), 다리(35.6%), 손/손목(34.8%), 목(28.3%), 팔/팔꿈치(13.5%) 순이었고, 윤철수와 이세훈(1999)의 자동차 조립 작업에 대한 연구의 근골격계 증상 호소율의 결과에서는 어깨(52.0%), 목(47.1%), 손/손목(39.4%), 팔꿈치(26.2%), 팔(24.4%) 순이었고, 김재영 등(1999)의 자동차 조립 작업에 대한 연구의 결과에서는 어깨(33.2%), 손(37.7%), 허리(49.2%), 팔(15.1%), 목(34.2%)의 순이었다. 임상혁 등(2000)의 자동차 조립 작업 연구에서도 어깨(46.9%)가 가장 높은 근골격계 증상 호소율을 보였고, 손/손목(39.4%), 무릎(35.2%), 허리(34.1%), 팔/팔꿈치(31.2%), 목(24.0%) 순이었으며, 이윤근 등(2001)의 자동차 조립 작업자의 연구에서도 어깨(48.8%), 손/손목(43.3%), 허리(42.2%), 무릎(35.7%), 팔/팔꿈치(31.8%), 목(31.4%)의 순으로 증상을 호소하여, 어깨가 근골격계 증상 호소율이 가장 높게 나온 본 연구 결과와 증상 호소 부위에서는 일치하였다. 그러나 고정된 자리에서 정해진 몇 가지 작업만을 반복하는 자동차 제조 작업자의 근골격계 증상 호소율에서는 많은 차이가 나타나고 있었다. 어깨 부위가 많게는 52.0%(윤철수와 이세훈, 1999), 적게는 33.2%(김재영 등, 1999)까지 보고되고 있으나 정비 작업자에 대한 조사를



한 본 연구에서는 어깨 부위의 근골격계 증상 호소율은 20.0%를 보였으며, 선행 연구에 의하면 한 가지 이상 신체 부위에서 양성자 기준에 해당되는 자는 81.0%(이윤근 등, 2001)까지 나왔으나 본 연구에서는 36.0%이었다. 이러한 이유로는 자동차 제조업과 정비업종의 노동강도 및 작업 방법의 차이에 의한 것과 작업 여건의 전반적인 차이 등이 그 원인으로 판단된다.

일반적인 제조업체, 특히 자동차 제조와 같은 컨베이어 제조라인에서 근무하는 작업자는 정해진 작업을 반복적으로 수행하고, 작업의 속도도 작업자가 임의로 조절을 할 수가 없는 정형적인 작업 시스템이지만, 자동차 정비는 근로자가 작업량의 조절과 작업중의 이동 등이 비교적 자유로운 점에서 증상 호소율의 차이가 있었던 것으로 추정된다.

신체부위별 근골격계 증상에 영향을 미칠 수 있는 개인의 인구학적 요인(성, 연령, 결혼 등)과 직업적 요인(근무기간, 작업부서 등)에 대한 분석에서 연령과 결혼여부 등 개인적 요인과 관련하여 기혼자와 나이가 많을수록 어깨와 목, 다리 부위의 증상 호소율이 유의하게 높게 나왔으며, 직업적 요인인 근무기간에서는 근무기간이 길수록 어깨와 다리 부위에서 증상 호소율이 유의하게 높게 나왔으나, 작업 부서에서는 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다.

증상 호소에 영향을 주는 요인 중 일반적인 특성인 연령이 높을수록 증상 호소율은 감소하였으나 통계학적으로 유의하지 않았으며, 이러한 결과는 최재욱 등(1996)의 연구에서 연령이 많을수록 증상 유병률이 높다는 결과와 상이하였고, 연령이 증가할수록 통증이 감소한다는 결과(구정완과 이승한, 1991; 최재욱 등, 1996)와 일치하였다. 또한, 근무기간에서는 10년 이상과 5~10년 미만 근로자의 증상 호소가 5년 미만의 근로자에 비해 0.3

배, 0.16배 증가하였다. 이러한 결과는 조선업과 미용업에 종사하는 근로자에서는 근무기간이 증가할수록 누적외상성 질환 발생이 증가한다는 연구(한상환 등, 1997; 박수경 등, 2000) 결과와 상이하였고, VDT작업자에서는 근무기간이 증가할수록 증상 호소는 감소하였다는 연구(박계열 등, 1997) 결과와 일치하였다.

이는 자동차 정비사가 연령과 근무기간이 증가할수록 작업내용이 육체적 강도가 높은 작업에서 낮은 작업으로의 작업 전환이 내부적으로 이루어지기 때문에 통증의 양상이 줄어든 것으로 보여진다.

작업강도에서는 약간 힘들과 매우 힘들으로 느끼는 근로자의 증상 호소가 견딜만함으로 느끼는 근로자에 비해 4.12배, 11.18배로 증가하였다.

정비 작업에 대해 REBA평가를 한 결과 샌딩 작업과 트렁크 바닥 판넬 교환, 리어 바닥 판넬 교환 등은 과도하게 허리를 숙이거나 다리를 쪼그리고 앉는 작업 자세에 의해 REBA점수가 높게 평가 되었다. 따라서 개선 사항에서 부담 작업에 대하여 리프트를 이용하여 작업자의 가슴 높이로 작업토록 하여 재평가한 결과 점수가 낮아지는 결과를 볼 수 있었다. 하지만 연구대상이 된 3개 자동차 정비 공장의 도장반과 판금반에서는 리프트기를 사용하지 않고 있었다. 이는 판금과 도장의 작업이 넓은 공간을 필요로 하는 작업이지만 사용하고 있는 리프트기는 그러한 요구를 충족시킬 수 없는 형태이기 때문에 일반 정비반에서만 이용하여 판금과 도장 작업에 용이한 리프트기의 개발이 시급한 상황이다. 또한 일반 정비반에서 크로스멤버 교환이나 파워스티어링 링키지 교환과 같은 차량 하체 작업에서 이용하는 리프트에서도 작업자의 자세가 허리와 목을 뒤로 젖히고 어깨를 들어 팔을 위로 뺏는 어려운 동작을 장시간 취함으로 인해 REBA점수가 높게

나음을 볼 수 있었다. 이 또한 리프트기의 변형을 통해 작업자 방향으로 리프트기가 각을 주어 차량을 들어올린다면 작업자세가 한결 쉬워짐이 재평가에서 확인된다. 들고 내리거나 밀고 당기는 중량물 취급에 의해 근골격계 부담 작업이 되는데 실린더 헤드 교환의 경우는 중량물 취급으로 REBA점수의 상승을 유발했다. 이는 승강장치를 이용한 중량물의 통제로 REBA점수를 낮출 수가 있지만, 본넷 커버가 있는 상황에서 승강장치의 활용이 가능하도록 인간공학적 인 장비의 재설계가 요구된다. 또한 본 연구에서는 진동에 대해서는 다루지 않았지만, 작업자의 대부분이 진동형 공구를 사용하고 있으며, 이로 인한 작업부하도 많은 선행 연구에서 보고 된 바 있다. 따라서 인간공학적 설계에 의한 진동의 저감형 공구 개발이 필요하며, 공구는 공압형보다는 유압형이나 전동형이 추천되며 진동형 공구를 사용시에는 반드시 적절한 방진 장갑을 착용토록 해야겠다(부록 1).

이 연구는 여러 의의와 더불어 많은 제한점을 갖는 연구라고 볼 수 있다. 우선 이 연구는 여러 유형의 작업 형태를 갖는 자동차 정비 작업에서 부서별 위험 작업을 정량적으로 차등화하여 나누었으며, 부서별 상위 부담 작업에 대한 인간공학적 평가 도구를 적용하여 위험성을 살펴보고 비교하였다. 그리고 근골격계 부담 작업에 대한 표준작업을 제시하기 위한 작업 자세 분석 및 개선 사항을 기술하고 적용하여 재평가함으로써 각 사례를 분석 제시하였다. 앞으로 근로자 개개인의 인구학적 요인만이 아니라 직무 스트레스 등의 사회 심리적인 요인과 구체적이며 정량적인 인간공학적 위험도와 관련하여 분석할 필요가 있으며, 비노출군 및 타 직업군과의 근골격계 증상이 비교되어야 하며, 또한 본 연구에서 사용된 인간공학적 평가 도구뿐만 아니라 여러 인간공학적 평가 도구가 작업 형태와 조건에 따라 정밀하게 비교 고찰되어야 할 것이다.

## V. 결 론

본 연구는 서울에 소재한 3개 자동차 정비 공장 근로자 150명을 대상으로 인간공학적 작업 평가와 설문조사를 실시하였다.

1. REBA를 이용하여 작업 자세를 평가한 결과, 판금반과 도장반은 과도하게 허리를 숙이거나 다리를 쪼그리고 앉는 작업 자세에 의해 REBA점수가 높게 평가되는 경우가 많았으며, 일반 정비반은 자동차 하체에서 작업함으로써 허리와 목이 뒤로 젖혀지고 어깨가 들리며 팔을 뻗는 부담 동작에 의해 REBA점수의 상승을 유발하였다.

2. 연구 대상자의 근골격계 증상 호소부위는 어깨(20.0%), 등/허리(18.7%), 다리/발(16.7%), 손/손목(14.0%), 팔/팔꿈치(11.3%), 목(10.7%) 순이었으며, 작업관련성 근골격계 증상 호소율은 36.0% 이었다.

3. 신체부위별로는 기혼자와 나이가 많을수록 어깨와 목, 다리 부위의 증상 호소율이 유의하게 높고, 근무기간이 길수록 어깨와 다리 부위의 증상 호소율이 유의하게 높았다.

4. 증상 호소에 영향을 주는 요인은 근무기간과 작업강도로써, 근무기간에서는 10년 이상과 5~10년 미만의 근로자 증상 호소가 5년 미만의 근로자에 비해 0.3배, 0.16배로 증가하였다. 작업강도에서는 약간 힘들과 매우 힘들으로 느끼는 근로자의 증상 호소가 견딜만함으로 느끼는 근로자에 비해 4.12배, 11.18배로 증가하였다.

이상의 연구 결과를 종합해 보면 자동차 정비사의 작업은 인간공학적 평가에 의한 분석에서는 위험단계가 높은 작업자세가 많으나, 다른 자동차

관련 제조업에 비해 근골격계 증상 호소율이 낮았다. 증상 호소에 영향을 주는 요인은 근무기간과 작업강도로써, 근무기간이 짧은 근로자에게서 증상 호소가 높았으며, 작업강도에서는 힘들다고 느낄수록 증상호소가 높았다.

## 참 고 문 헌

- 강중구, 백도명, 이윤정, 마효일, 손미아, 이흥기, 최정근. 한 콘돔공장 근로자들의 수근관 증후군에 관한 연구. 예방의학회지 1996; 29(3): 507-519
- 구정완, 이승한. 은행원의 VDT 작업에 따른 피로자각 증상. 예방의학회지 1991; 24(3): 305-313
- 김양옥, 박종, 류소연. 전자렌지 조립작업자에서 발생한 경건완증후군의 조사 연구(1); 설문증상을 중심으로. 대한산업의학회지 1995; 7(2): 306-319
- 김재영, 최재욱, 김해준. 자동차 조립 작업자들에서 상지 근골격계의 인간공학적 작업평가(RULA) 결과와 자각증상과의 연관성. 예방의학회지 1999; 32(1): 48-59
- 김재호, 이종영. 상선 승무원들의 근골격계 증상 경험률과 관련 요인. 예방의학회지 1998; 31(1): 127-138
- 김현욱. 우리나라에서 근골격계 질환의 발생 현황 및 증가 요인. 대한산업의학회지 2002; 41(4): 155-156
- 박계열, 백기주, 이중근, 이연수, 노재훈. VDT작업자의 자각증상에 영향을 미치는 요인. 대한산업의학회지 1997; 9(1): 156-169
- 박동현, 한상환. 범용 위험도 평가서를 이용한 조선업체 작업에서의 누적외상성질환에 대한 인간공학적 분석. 한국산업위생학회지 1998; 8(1): 24-33
- 박수경, 최영진, 문덕환, 전진호, 이종태, 손혜숙. 미용사들의 작업관련성 근골격계 장애에 관한 연구. 대한산업의학회지 2000; 12(3): 395-404

- 박정일, 조경환, 이승한. 여성 국제 전화 교환원들에 있어서의 경견완장애. 대한산업의학회지 1989; 1(2): 141-150
- 송동빈, 김대성, 문종국, 박동현, 박종태, 백남중, 이명학, 장기언, 한상환. 누적외상성질환의 발생실태와 발생특성 파악 및 의학적 평가방법 개발. 직업병예방을 위한 연구용역 보고서, 한국산업안전공단 1997: 44-100
- 안연순, 최용휴, 강성규, 정호근. 작업관련성 근골격계 질환으로 요양승인된 사례 분석. 대한산업의학회지 2002; 14(2): 154-168
- 윤철수, 이세훈. 자동차 관련 직종 근로자에서 상지 근골격계 증상 호소율과 관련 요인. 대한산업의학회지 1999; 11(4): 439-448
- 이원진, 이은일, 차철환. 모 사업장 포장부서 근로자들에서 발생한 수근터널 증후군에 대한 조사연구. 예방의학회지 1992; 25(1): 26-23
- 이윤근 등. OO자동차 작업자의 근골격계질환 조사 결과 보고서. 노동환경건강연구소, 2001
- 이종민, 김수근, 김종민. 수근관 증후군의 진단기준 - 일개 육류 가공 업체 근로자의 수근관 증후군. 대한산업의학회지 1999; 11(3): 407-414
- 최재욱, 염용태, 송동빈, 박종태, 장성훈, 최정애. 반복작업 근로자들에서의 경견완장애에 관한 연구. 대한산업의학회지 1996; 8(2): 301-319
- 한국산업안전공단. 근골격계 부담 작업 유해요인조사 지침, KOSHA CODE H-30-2003. 한국산업안전공단 2003
- 한상환, 백남중, 박동현, 장기언, 이명학, 박종태, 김대성, 이연숙, 백경자, 신용수, 송동빈. 조선업 근로자의 누적외상성질환 실태와 누적외상성질환 범용작업위험도 평가 도구를 이용한 작업분석. 대한산업의학회지

- 1997; 9(4): 579-588
- 홍윤철, 하은희, 박혜숙. 조선업 근로자의 요통발생에 영향을 미치는 요인. 예방의학회지 1996; 29(1): 91-102
- 황학. 작업관리론. 영지문화사, 1999
- Hales TR, Sauter SL, Peterson MR. Musculoskeletal disorders among VDT users in a telecommunication company. Ergonomic 1994; 37(10): 1603-1621
- Hignett S, McAtamney L. Rapid Entire Body Assessment(REBA). Applied Ergonomics 2000; 31(2): 201-205
- National Institute for Occupational Safety and Health(NIOSH). NIOSH health hazard evaluation report. NIOSH report NO. PB 93-188-456, 1993
- OSHA(Occupational Safety and Health Administration). Nonfatal occupational illnesses by category of illness; Private Industry. U.S. Department of Labor, Bureau of Labor Statistics, 2000
- Punnett L. Ergonomic stressors and upper extremity disorders in vehicle manufacturing : Cross sectional exposure trends. Occup Environ Med 1998; 55: 414-420
- Zenz C. Occupational medicine. 3rd ed., Mosby, St. Louis, 1994, p48-63



## 부록 1. 근골격계 부담 작업 자세의 개선 방안

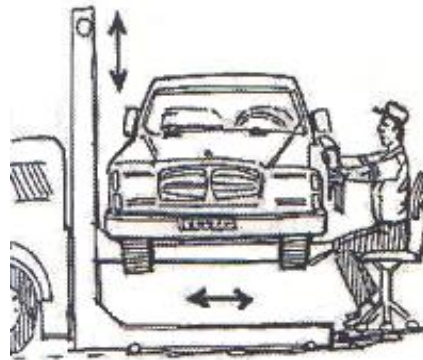
자동차 정비 공장 근로자의 작업을 인간공학적 작업자세 평가 도구인 REBA를 이용하여 평가한 결과 부적절한 작업 자세와 중량물 취급 등으로 인하여 근골격계 질환의 발생 위험 수준이 높았다. 트렁크 바닥 판넬 교환과 리어 바닥 판넬 교환, 사이드쉴 판넬 교환 작업은 REBA점수 11점과 조치 수준 4점으로 가장 높은 값이었다. 그리고 샌딩 작업과 크로스 멤버 교환, 실린더 헤드 교환, 파워 스티어링 링키지 교환, 엔진 오버홀 작업은 REBA점수 10점과 조치 수준 3점으로 높은 값이 나왔다. 따라서 작업 자세의 위험 수준은 매우 높아서 작업 개선이 필요한 작업임을 알 수 있다. 인간공학적 REBA평가에서 샌딩 작업과 트렁크 바닥 판넬 교환, 리어 바닥 판넬 교환, 실린더 헤드 교환의 몸통 점수는 가장 높은 5점으로 나왔으며, 크로스 멤버 교환과 파워 스티어링 링키지 교환, 엔진 오버홀(overhaul) 작업에서는 위팔이 5점으로 가장 높은 점수가 나왔다. 그리고 사이드쉴 판넬 교환 작업은 상반신(몸통, 목, 위팔)의 점수가 전체적으로 높게 나와 상반신을 중점적으로 개선해야 함을 알 수 있다.

### 가. 샌딩 작업

샌딩(sanding)은 차체 수리 작업을 함에 있어서 손으로 하면 시간과 노력이 매우 많이 드는 연삭과 연마 작업을 파워툴(전동 또는 공기)로써 용이하게 하는 작업의 형태이다. 대부분의 연마 작업의 위치가 작업자의 가슴보다 낮은 위치로 허리를 60° 이상 숙이고 비틀어서 작업을 하기 때문에 몸통의 부하 점수가 가장 높게 나온다. 따라서 차체를 리프트에 올려서 작업자의 가슴 높이에서 작업하면 허리를 숙이고 비틀지 않아도 되기 때문에 몸통의 점수를 5점에서 1점으로 낮출 수가 있었다. 또한 차체가 작업자의 가슴 높이보다 낮을 경우는 몸통 뿐 아니라 작업자의 전반적인 작업 자세가 좋지 않았으나 리프트를 이용하여 차체를 작업자의 가슴 높이로 올릴 경우 목을 숙일 필요가 없으며, 다리 또한 자유로워 신체 전반적인 점수가 낮아짐을 볼 수가 있었다. 이 작업의 개선 후 REBA점수를 평가한 결과 10점에서 5점으로 위험 단계도 높음에서 보통으로 한 단계 낮아졌다.



샌딩 작업



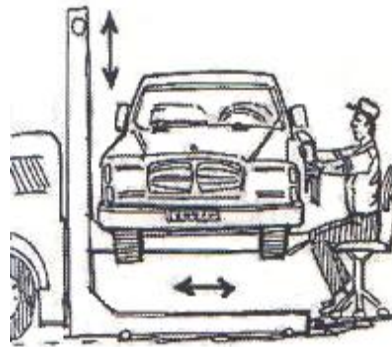
리프트 이용

### 나. 판넬 교환(트렁크 바닥, 리어 바닥, 사이드셀 판넬)

손상을 받은 판넬 부분을 가스 혹은 에어커터 등을 이용하여 차체에서 떼어내고 새로운 판넬과 교환하는 작업으로, 작업자의 무릎 위치의 차체 바닥부분 교환으로 작업자가 허리를 60° 이상 숙이고 경우에 따라 허리를 비틀어서 작업하며, 무거운 수공구 사용 등으로 작업의 개선 전 REBA점수는 11점으로 조치가 필요했다. 따라서 바닥 판넬 교환 작업의 개선방법으로는 리프트를 이용함으로써 작업의 위치가 작업자의 가슴 높이에 있도록 해서 허리를 숙이지 않으며 비틀지 않고서 작업해서 몸통의 짐수를 낮추도록 하는 것이다. 리프트를 이용하는 경우, 개선 전 몸통의 짐수가 5점에서 개선 후 1점으로 낮아지며, REBA점수 또한 5점으로 위험 단계도 한 단계 낮아졌다.



트렁크 바닥 판넬 교환



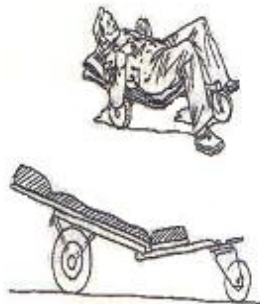
리프트 이용

#### 다. 차량 하부 작업(크로스 멤버 교환, 파워 스티어링 링키지 교환)

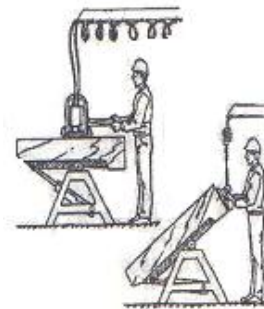
크로스 멤버는 언더 바디에 쓰이는 뼈 모양의 철강 재질로써 엔진룸 좌우 방향으로 연결되어 엔진룸의 비틀림과 구부러짐을 막기 위한 것이며, 파워 스티어링 링키지는 타이어의 방향을 조정하는 조향 장치에서 나온 힘을 앞바퀴에 전달하는 장치로써 이들 부품을 교체하기 위해서는 자동차의 엔진룸 하부에서 탈부착 작업을 해야 한다. 따라서 이 작업의 근골격계 부담 작업은 엔진룸에서 크로스 멤버와 파워 스티어링 링키지를 탈부착 시 작업자의 자세가 허리와 목을 뒤로 젖히고 어깨를 들어 팔을 위로 뻗는 부자연스런 자세가 있다. 이 작업의 개선 방법으로는 자동차의 하부와 몸이 최대한 직각에서 벗어나 평행하게 하는 방법으로, 뒤로 젖혀지는 이동 수레의 이용과 차체를 들어 올리는 리프트의 인간공학적 설계에 의한 비스듬히 들어 올리는 것이다. 그 결과 3점이었던 몸통과 목의 점수가 1점으로, 5점이었던 위팔의 점수가 3점으로 낮아졌으며, REBA 위험단계 또한 높음에서 보통으로 한 단계 낮아짐을 볼 수 있었다.



차량 하부 작업



이동 수레

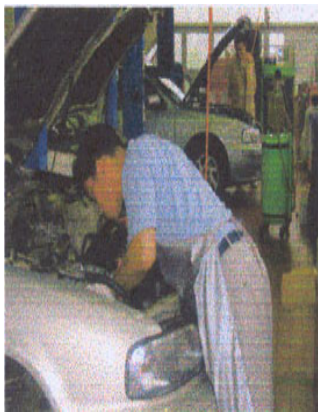


경사진 리프트

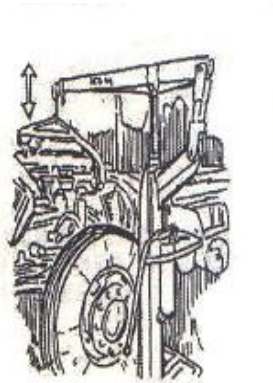
### 라. 엔진룸 작업(실린더 헤드 교환, 엔진 오버홀 작업)

엔진과 실린더 헤드는 무게가 25kg 이상의 중량물로 엔진룸에 위치되어 작업자 한 명에 의해 들어내지 못하고 2명 이상이 합심하여 엔진룸에서 탈부착해야 하는데, 이 때의 근골격계 부담 작업은 엔진룸에서 탈부착 시 허리를 구부린 동작과 어깨가 들린 상태로 결합과 분리하는 자세, 그리고 중량물 취급에 의한 요소가 있다.

엔진룸에는 엔진 이외에도 각종 기능장치가 집결되어 있어 분리와 결합 시 충분한 여유 공간이 없어 자세가 불안정함으로 인해 REBA평가 점수가 높게 나온다. 그러므로 중량물 취급으로 인한 위험요소는 승강장치를 이용하여, 부자연스러운 자세에 의한 위험요소는 가슴 받침대를 이용하여 허리와 몸통 부위에 집중되는 부하를 줄일 수가 있었다. 그 결과 실린더 헤드 탈부착 시 5점이었던 몸통 점수가 1점으로, 엔진 오버홀 작업 시 3점이었던 몸통 점수가 1점으로 낮아졌으며, REBA 위험 단계 또한 높음에서 보통으로 한 단계 낮아짐을 볼 수 있었다.



엔진룸 작업



승강 장치 이용



가슴받침대

부록 표 1. 개선 후 자동차 정비 공장 작업에 대한 REBA 평가

작업 내용	신체 부위					하중 손목 /힘	손잡 이	행동 점수	REBA 점수	조치 단계	위험단계		
	몸통	목	다리	위팔	아래 팔								
일반 정비	과워 스티어링 링키지	1	1	1	3	1	2	1	1	0	4	2	보통
	실린더 헤드	1	1	1	5	2	1	0	1	1	5	2	보통
	타이어 교환 및 위치	1	1	1	3	2	2	0	0	1	4	1	낮음
	크로스 멤버	1	1	1	3	1	2	1	1	0	4	2	보통
	엔진 오버홀	1	1	1	5	2	1	1	1	0	6	2	보통
관급	사이드셀 판넬	1	1	1	3	1	2	1	2	1	5	2	보통
	리어 웬더	2	3	1	4	1	1	1	1	0	6	2	보통
	리어 바닥 판넬	1	1	1	3	1	2	1	2	1	5	2	보통
	트렁크 바닥 판넬	1	1	1	3	1	2	1	2	1	5	2	보통
도장	퍼티	3	2	2	4	2	1	0	0	1	7	2	보통
	샌딩	1	1	1	3	1	2	1	1	1	5	2	보통
	도장	2	1	2	3	1	1	1	0	0	4	2	보통

## Abstract

### Ergonomic work evaluation and musculoskeletal symptom prevalence of car mechanics

Won Suck Choi  
Department of Occupational Health  
Graduate School of Public Health  
Yonsei University

(Directed by Prof. Bong Suk Cha, M.D., Ph.D.)

This research was conducted to study ergonomic work evaluation and musculoskeletal symptom prevalence of car mechanics, which was made on 150 workers of three car service stations in Seoul. The research tool used for ergonomic analysis was REBA (Rapid Entire Body Assessment) and KOSHA CODE H-30-2003 for musculoskeletal symptom prevalence.

The results are as follows;

The REBA scores were 11 in trunk panel replacement, rear body panel replacement and side seal panel replacement; 10 in sanding, cross member replacement, cylinder head replacement, power steering linkage replacement and engine overhaul; 7 in putty work; 6 in rear fender

replacement; 4 in painting, tire replacement and balancing. The REBA scores of sheet metal workers and painting workers attend to be high due to their waist over-bending and squatting position. Similarly, in the case of general repair and maintenance workers conducting in lower parts of cars, The REBA scores were raised because their waist and neck were bent backwards, their shoulders were raised, and their arms had to be extended.

The rate of musculoskeletal symptoms were as follows: shoulders (20.0%), back/waist (18.7%), legs/feet (16.7%), hands/wrists (14.0%), arms/elbows (11.3%), and neck (10.7%). 36.0% of workers complained of multiple pains.

The two major factors affecting musculoskeletal symptom were employment period and work intensity. Car mechanics who have worked more than 10 years and those who have worked from 5 to 10 years were respectively 0.3 times and 0.16 times more likely to complain of pain than those who have worked less than 5 years. Car workers who thought their works were "moderately difficult" and "very difficult" were respectively 4.12 times and 11.18 times more likely to complain of pain than workers who thought their works were "tolerable."

The result showed that car mechanics report the low symptom prevalence in spite of their high REBA scores and those shorter employment period were more likely to complain of pain.

---

**Key words** : car mechanics, musculoskeletal symptom prevalence, REBA