

## 환경미화원의 작업별 근골격계질환 자각증상 특성과 상지의 인간공학적 평가

가톨릭대학교 성모병원 산업의학과, 가톨릭대학교 성모병원 산업의학센터<sup>1)</sup>,  
가톨릭대학교 의과대학 예방의학교실<sup>2)</sup>, 한국표준과학연구원<sup>3)</sup>

명준표 · 이향기<sup>1)</sup> · 김형렬<sup>1)</sup> · 정혜선<sup>2)</sup> · 정은희<sup>3)</sup> · 남 웅 · 구정완<sup>1)</sup>

— Abstract —

### Musculo-skeletal Symptoms of Municipal Sanitation Workers and Ergonomic Evaluation on Upperlimb

Jun Pyo Myong, Hyang Ki Lee<sup>1)</sup>, Hyoung Ryoul Kim<sup>1)</sup>, Hye Sun Jung<sup>2)</sup>, Eun Hee Jeong<sup>3)</sup>,  
Woong Nam, Jung-Wan Koo<sup>1)</sup>

*Department of Occupational & Environmental Medicine, St. Mary's Hospital,  
Catholic Industrial Medical Center, The Catholic University of Korea<sup>1)</sup>,  
Department of Preventive Medicine, College of Medicine, The Catholic University of Korea<sup>2)</sup>,  
Korea Research Institute of Standards and Science<sup>3)</sup>*

**Objectives:** The aim of this study was to estimate musculo-skeletal symptoms of municipal sanitation workers and to evaluate working conditions of municipal sanitation workers to search for the factors related to musculo-skeletal symptoms.

**Methods:** We conducted a descriptive cross-sectional survey. The study subjects were comprised of 543 municipal sanitation workers in some divisions of Seoul and the Gyeonggi province. Musculo-skeletal analysis was done by using the modified criteria of NIOSH musculo-skeletal symptoms, RULA and, REBA. Statistical analysis was done by using the chi-square test, multiple logistic regression analysis.

**Results:** 72.2% of the subjects complained musculo-skeletal symptoms (39.6% on the upperlimbs, 30.0% on the lumbar region, 27.4% on the legs). For the musculo-skeletal symptoms criteria (1~3), street cleaners complained of more musculo-skeletal symptoms than the solid waste collectors, after classifying the jobs of sanitation workers. On logistic regression analysis of the musculo-skeletal "symptoms criteria 1" positive groups, age was related to the criteria positive (prevalence odds ratio=1.018, 95% CI: 0.993-1.046). The worktime was significantly related to 'criteria positive 1 and, 2' (prevalence odds ratio=2.165 (95% CI: 1.156-4.131), 2.187 times (95% CI: 1.071-4.651)). The RULA score, the subtotal A score of RULA, the REBA score and , the total A REBA score of the upperlimbs of solid waste collectors were higher than those of the street cleaners.

**Conclusions:** In spite of the lower ergonomic evaluation score of the street cleaner, the street cleaners complained of more musculo-skeletal symptoms than did the solid waste collectors due to more frequent repetitive motions, a longer work time (over 10 hours) etc. It is suggested that the sanitation workers need to use the proper methods to avoid musculo-skeletal disease.

〈접수일: 2008년 3월 4일. 채택일: 2008년 5월 13일〉

교신저자: 구 정 완 (Tel: 02-3779-1402) E-mail: jwkoo@catholic.ac.kr

\* 이 연구는 2006년도 한국노동조합총연맹의 연구비 지원으로 이뤄졌음.

**Key Words:** Task performance and analysis, Ergonomics, Municipal sanitation workers, Musculoskeletal symptoms, Upper extremity

## 서 론

작업관련성 근골격계질환(Work related musculoskeletal disorder, WMSDs)은 장시간의 단순반복 작업, 부자연스러운 자세, 과도한 힘, 불충분한 휴식, 진동 등에 근로자들이 노출되면 근육, 혈관, 신경 등에 손상이 누적되어 목, 어깨, 팔, 팔꿈치, 손/손목, 허리, 다리 등에 통증과 감각이상을 호소하는 것을 말한다<sup>1)</sup>.

국내의 근골격계질환에 대한 연구는 Park 등이 전화교환원을 대상으로 증상호소에 대한 조사한 이후 전화교환원, 은행창구작업자, 자동차제조업, 보험심사자, 교향악단 연주자, 치과의사, 조선업종, 시계제조업, 방사선종사자, 미용사에 이르기까지 다양한 업종에서 이루어 졌다<sup>2-16)</sup>. 이처럼 다양한 직종을 대상으로 근골격계질환에 대한 연구가 이뤄졌지만 환경미화원을 대상으로 시행된 연구는 거의 없는 실정이다. 환경미화원들은 다른 사람들이 꺼리는 작업을 하며, 새벽 작업(새벽 4시부터 작업시작)과 작업 중 교통사고의 위험 등의 열악한 작업환경에서 일함에도 다른 직종과는 달리 연구자들의 주된 관심의 대상이 되지 않고 있다.

환경미화원의 작업은 지역환경미화, 거리환경미화, 공중변소미화, 운전 또는 기타 작업으로 분류된다. 각각의 업무 특성을 비교하여 보면 다음과 같다. 지역환경미화원은 자정부터 3~4시까지 또는 낮에 주거 밀집 지역을 대상으로 생활쓰레기, 음식물쓰레기, 재활용쓰레기를 거둬들이고, 거리 또는 길에 놓여 있는 쓰레기 종량제 비닐을 차량에 적재하는 작업을 한다. 또한, 청소차가 진입할 수 없는 좁은 골목에서 손수레 또는 오토바이에 달린 손수레 등을 이용하여 쓰레기를 이송하는 작업을 한다. 거리환경미화원은 하루 8시간 근무를 하는데, 새벽 4시부터 12시까지 자신이 담당하고 있는 지역에서 빗자루와 쓰레받기, 쓰레기 자루 등을 이용하여 거리의 쓰레기와 오물을 청소한다. 거리환경미화원이 100 l 종량제 봉투 또는 자루에 거리 쓰레기를 쓸어 담아 일정한 장소에 적재하면, 이후 청소차량이 순회하면서 거둬 들어가는 작업을 수행한다. 공중변소미화원은 공공장소에 산재해있는 공중변소의 오물 처리나 내부 시설의 청결유지를 위한 작업을 시행한다. 마지막으로 운전원은 지역환경미화원과 한 조를 이뤄 쓰레기 수거차량을 운전하는 업무를 수행한다.

국외는, 네덜란드와 대만에서 지역환경미화원을 대상으로 근골격계질환의 자각증상을 다른 직업군과 비교한 연구가 있는데, 두 연구 모두에서 근골격계질환 및 증상호

소 비중이 높음을 보고하였다<sup>17,18)</sup>. 그러나 제시된 국가에서 환경미화원의 작업내용이 지역환경미화원은 국내 상황과 비슷하나 거리환경미화 작업은 자동 거리청소차 등 다양한 기구들을 사용하고 있어 국내 거리환경미화원이 하는 일과는 차이가 있었다. 따라서 이러한 연구 결과는 국내의 실정을 대변할 수 없는 단점이 있다. 또한, 이들 연구는 대부분 지역환경미화원에 대한 연구에 편향되어 있어 환경미화원의 다른 직종에 대한 평가가 이루어지지 못하였다.

국내에서는 Lee가 시행한 환경미화원의 건강행태에 대한 단면연구조사에서 환경미화원의 일반적인 건강행태의 기술과 대상자들의 만성질환에 대한 빈도 조사<sup>19)</sup>가 있었다. Lee 등은 거리환경미화원의 동작분석 및 빈도를 분석한 연구는 진행하였으나<sup>20)</sup> 지역환경미화원 등 환경미화원의 다른 업무를 평가하지 못하였고, 이를 근골격계질환 및 증상연구와 관련지어 설명하지 못하였다.

따라서 본 연구는 국내 환경미화원의 주된 작업인 지역 환경미화원 및 거리환경미화원을 대상으로 신체부위별 근골격계질환의 증상 호소율을 파악하였다. 그리고 작업에 따라 증상호소의 차이를 확인하고, 작업자세 및 반복성에 대한 작업평가를 통해 근골격계질환 증상호소와 관련된 요인을 찾고자 하였다.

## 대상 및 방법

### 1. 연구대상

서울 및 경기 일부 지역에 소재하는 환경미화업체 근로자 1,000명을 대상으로 2006년 9월 2주간 자기기입식 설문지를 노동조합을 통하여 배부하여 거둬들였다. 이 기간에 설문지는 총 1,000부 중 674부를 거둬들여 67.4%의 수거율을 보였으며, 거두어진 설문 674부 중에서 설문항목에 대부분 응답하지 않거나 불성실하게 응답한 14부를 제외한 660부를 적합 대상으로 하였다. 1차 대상자 중 지역 및 거리환경미화원이 아닌 운전원 59명, 공중변소미화원이나 사무실 근로자 및 기타 작업자 58명은 연구 목적에 맞지 않거나 그 수가 작아 제외하였다. 따라서 총 543명(54.3%)을 분석 대상으로 하였다.

### 2. 연구방법

조사대상자들에게 사전에 본 연구의 취지와 내용을 설

명하였고, 설문지는 구조화된 자기기입식 설문지로, 설문 문항은 근골격계질환에 대한 자각증상과 일반적 특성, 작업 특성에 대한 항목으로 구성되었다.

지역환경미화원은 생활쓰레기, 음식물쓰레기, 재활용쓰레기(대형폐기물 포함)를 거둬들여, 쓰레기 수거차량 또는 손수레에 적재하는 작업을 하는 작업자로 정의하였다. 거리환경미화원은 빗자루와 쓰레받기, 쓰레기차 등을 이용하여 거리의 쓰레기와 오물을 수거하는 작업자로 정의하였다.

근골격계질환의 증상호소율은 미국 국립산업안전보건연구원(NIOSH)<sup>21)</sup>의 보고서에서 언급된 근골격계질환의 자각증상에 대한 증상 설문 기준을 변용하여 사용하였다. 이 설문 문항에서는 VDT 작업에 대한 목, 팔, 팔꿈치, 손, 손목 부위의 자각증상호소에 대한 내용만 포함하고 있어 허리와 다리 부위를 이 기준에 포함하여 재구성하였다. 근골격계질환의 증상이 지난 1년간 1주일 이상 지속하거나 1달에 한 번 이상 경도 통증 이상이 발생하는 경우를 근골격계질환 ‘증상기준 1’으로 정의하였다. ‘증상기준 2’는 증상기준 1을 만족시키며, 통증의 자각 정도가 중간 통증을상인 경우로 정의하였다. ‘증상기준 3’은 증상기준 1을 만족시키며, 통증의 자각 정도가 심한 통증을상인 경우로 정의하였다. 대상 신체부위는 손/손목/손가락, 팔/팔꿈치, 어깨, 허리, 다리/발로 선정하여 근골격계질환의 자각증상에 대한 설문지에 포함 시켰다. 손/손목/손가락, 팔/팔꿈치, 어깨 부위 중 어느 한 곳이라도 증상이 있으면 상지에 근골격계질환의 증상이 있는 것으로 평가하였다.

환경미화원의 작업에 대한 인간공학적인 평가는 다음과 같이 실시하였다. 작업평가 방법은 환경미화원 중 지역 및 거리환경미화원 각각 4명을 대상으로 비디오 촬영을 하였으며, 측정된 부분 중 단위 작업에 해당되는 작업요소에 대하여 McAtamney와 Corlett이 개발한 Rapid Upper Limb Assessment(이하 RULA)<sup>22)</sup>와 Hignett과 McAtamney가 개발한 Rapid Entire Body Assessment(이하 REBA)<sup>23)</sup>를 이용하여 인간공학적 평가를 수행하였다. 상지에 대한 인간공학적인 평가의 비교를 하고자 RULA, REBA의 평가 총점과 RULA의 세부 점수 중 subtotal A점수와 REBA의 세부 점수 중 total A 점수를 각각 구분하여 평가하였다. 단위 작업 평가 시 작업을 1초 간격으로 1컷씩 잘라 작업요소를 확인하고(등간격 샘플링), 개별 작업요소에 대한 인간공학적인 평가를 수행하였다(작업요소별 RULA 및 REBA 평가). 작업자 1인당 120 컷 씩, 총 960 컷(지역환경미화원 480컷, 거리환경미화원 480컷)을 분석에 이용하였다. 1초 간격으로 평가한 작업요소들의 RULA, REBA 점수 평균값을 구해 단위 작업의 위험점수를 산정하였다.

최종 인간공학적 평가 점수는 지역 및 거리환경미화원의 위와 같은 방법으로 산출해낸 단위 작업 위험점수의 평균값으로 평가하였다. 해당 작업에 대한 반복성의 평가는 단위 작업을 기준으로 수행하였다. 지역환경미화원은 정리-들기-적재의 작업을, 거리환경미화원은 빗자루를 이용한 쓸기-담기의 작업을 반복성 평가를 위한 단위 작업으로 선정하였다. 해당 단위 작업의 빈도를 비교하기 위하여 작업을 촬영한 비디오를 재생한 뒤, 30분간 계수기를 이용하여 측정한 후 작업자별 1분당 평균 횟수를 계산하여 반복성 여부를 평가하였다.

일반적 특성과 직업적 특성 및 신체부위별 자각증상 호소율의 작업별 차이를 확인하고자 지역환경미화원과 거리환경미화원 두 군으로 나누어 카이제곱검정과 Fisher의 정확성 검정을 실시하였다. 근골격계질환의 자각증상 유무를 종속변수로 근골격계질환에 영향을 미칠 것으로 판단되는 연령, 성별, 근무경력 및 작업내용을 독립변수로 하여 다변량 로지스틱 회귀분석을 수행하였다. 통계분석은 SAS 8.02 프로그램을 이용하였다.

## 결 과

### 1. 일반적 특성 및 업무관련 특성

조사 대상자의 성별 분포는 남성이 492명(96.3%), 여성이 19명(3.7%)이었다. 연령 분포는 40세 미만은 72명(13.3%), 40~49세가 182명(33.5%), 50세~59세 248명(45.7%), 60세 이상은 41명(7.5%)이었으며, 전체 평균 연령은 50.0±8.3세, 지역환경미화원의 평균 연령은 47.6±7.09세, 거리환경미화원의 평균 연령은 51.7±8.7세 이었다.

대상자의 업무관련 특성으로는 지역환경미화원이 228명(42.0%), 거리환경미화원이 315명(58.0%)였다. 총 근무경력은 5년 미만이 136명(25.1%), 5~9년이 109명(20.1%), 10~14년이 139명(25.6%), 20년 이상이 58명(10.6%)이었고, 평균 근무경력은 10.9±6.7년이었다. 월급액은 200만원 미만이 49명(9.0%), 200~299만원은 461명(84.9%), 300만원 이상이 33명(6.1%)이었다. 평균 근무시간은 8시간 미만이 92명(16.9%), 8시간에서 10시간 미만이 318명(58.6%), 10시간 이상이 133명(24.5%)이었다. 그리고 현재 근골격계 자각증상 호소자가 373명으로 72.2%였다.

대상자의 작업별로 일반적인 특성 및 업무관련 특성을 비교하였다. 연령의 경우 지역환경미화원이 40대가 97명(42.5%), 50대가 86명(37.7%)이었으나, 거리환경미화원은 50대가 162명(51.4%), 40대가 85명(27.0%)으로 차이가 났다. 근무경력도 거리환경미화원이 10~14년,

15~19년, 20년 이상 근무하였던 군은 각각 92명(29.2%), 66명(21.0%), 37명(11.7%)로 지역환경미화원에 비하여 높게 나타났다. 300만원 이상 월급여 대상자는 지역환경미화원이 20명(8.8%)으로 13명(4.1%)이었던 거리환경미화원에 비해서 높게 나타났다. 근무시간은 지역환경미화원의 경우 8시간 미만이 70명(30.7%)으로 22명(7.0%)인 거리환경미화원에 비해 많았으나, 10시간 이상 근무자의 경우 거리환경미화원이 99명(31.4%)으로 지역환경미화원에 비해 많았다. 근골격계질환 자각증상 호소자는 지역환경미화원이 150명(68.5%), 거리환경미화원이 223명(74.8%)으로 나타났다(Table 1).

2. 근골격계 자각증상의 특성

증상이 있는 군의 특성을 파악하기 위하여 '증상기준 1' 만족 대상으로 근골격계질환 자각증상에 영향을 미치는 요인으로 알려진 성별, 연령, 근무기간, 급여, 근무시간에 따른 부위별 통증 호소율의 차이를 확인하였다. 연령에 따른 통증 호소율은 상지의 경우 40대 미만이 23명(10.7%), 40대가 65명(30.2%), 50대가 110명(51.2%)으로 60세 이상을 제외하였을 경우, 연령이 증가할수록 높게 나타났다. 그리고 허리, 다리 부위 역시 60세 이상

자들을 제외할 경우 연령이 증가할수록 근골격계질환 자각증상의 호소율이 높았다. 상지의 경우 10~14년 근무한 대상자들이 59명(27.4%), 15~19년 근무한 대상자들이 허리, 다리는 각각 40명(24.5%), 41명(27.5%)으로 가장 많이 통증을 호소하였다. 상지, 허리, 다리 모두 월급여가 200~299만원에 해당되었던 군이 각각 182명(84.7%), 137명(84.0%), 125명(83.9%)로 가장 많이 통증을 호소하였다. 일 8~9시간 근무한 군이 상지, 허리, 다리 각각 129명(60.0%), 98명(60.1%), 86명(57.7%)으로 가장 많이 통증을 호소하였다(Table 2). 손/손목/손가락, 팔/팔꿈치, 어깨에 중 어느 한 곳이라도 통증을 호소하는 군을 상지의 근골격계질환 자각증상 양성자로 포함시켜 상지에 대하여 평가하였다. 신체 부위에 대한 '증상기준 1~3' 을 만족하는 근골격계질환 자각증상 호소율을 확인하기 위하여, '증상기준 1~3' 에 해당되는 군을 대상으로 작업별 차이를 확인 하였다. 거리환경미화원의 경우 자각증상 기준 양성자 비율이 지역환경미화원에 비해 허리의 '증상기준 3' 를 제외한 모든 영역에서 높게 나타났다. 그리고 거리환경미화원이 상지의 '증상기준 1', 하지의 '증상기준 2~3' 의 영역에서 지역환경미화원에 비하여 통계적으로 유의하게(p<0.05) 높은 비율을 나타냈다(Table 3).

**Table 1.** General and occupational characteristics of the subjects by work types Number (%)

Variable		Solid waste collectors	Street cleaners	Total	p-value
Gender*	Male	211 (97.2)	281 (95.6)	492 (96.3)	0.3279
	Female	6 ( 2.8)	13 ( 4.4)	19 ( 3.7)	
Age (years)	<40	41 (18.0)	31 ( 9.8)	72 (13.3)	<0.0001
	40-49	97 (42.5)	85 (27.0)	182 (33.5)	
	50-59	86 (37.7)	162 (51.4)	248 (45.7)	
	≥60	4 ( 1.8)	37 (11.8)	41 ( 7.5)	
Work duration (years)	< 5	69 (30.2)	67 (21.3)	136 (25.1)	0.0046
	5-9	56 (24.6)	53 (16.8)	109 (20.1)	
	10-14	47 (20.6)	92 (29.2)	139 (25.6)	
	15-19	35 (15.4)	66 (21.0)	101 (18.6)	
	≥20	21 ( 9.2)	37 (11.7)	58 (10.6)	
Salary (million won/month)	< 200	20 ( 8.8)	29 ( 9.2)	49 ( 9.0)	0.0821
	200-299	188 (82.4)	273 (86.7)	461 (84.9)	
	≥300	20 ( 8.8)	13 ( 4.1)	33 ( 6.1)	
Work time (hour/day)	<8	70 (30.7)	22 ( 7.0)	92 (16.9)	<0.0001
	8-9	124 (54.4)	194 (61.6)	318 (58.6)	
	≥10	34 (14.9)	99 (31.4)	133 (24.5)	
Pain †	Yes	150 (68.5)	223 (74.8)	373 (72.2)	0.1121
	No	69 (31.5)	75 (25.2)	144 (27.8)	

p-values were calculated by chi-square test

\*: 32 missing variables

†: Musculoskeletal pain (self report) 26 missing variables

**Table 2.** Frequency of subjects who were satisfied with 'symptom criteria 1\*' by general and occupational characteristics.

Variable	Upper limb				Low back				Leg				Number (%)
	Solid waste collectors	Street cleaners	Total	p-value	Solid waste collectors	Street cleaners	Total	p-value	Solid waste collectors	Street cleaners	Total	p-value	
Gender <sup>†</sup>	Male	70 (94.6)	118 (92.9)	188 (93.5)	57 (98.3)	86 (93.5)	143 (95.3)	0.2493	48 (100.0)	87 (94.6)	135 (96.4)	0.1650	
	Female	4 ( 5.4)	9 ( 7.1)	13 ( 6.5)	1 ( 1.7)	6 ( 6.5)	7 ( 4.7)		0 ( 0.0)	5 ( 5.4)	5 ( 3.6)		
Age (years)	< 40	11 (13.9)	12 ( 8.8)	23 (10.7)	11 (16.9)	8 ( 6.1)	17 (10.4)	<0.0001	5 ( 9.6)	7 ( 7.2)	12 ( 8.0)	0.0151	
	40-49	32 (40.5)	33 (24.3)	65 (30.2)	28 (43.1)	21 (21.4)	49 (30.1)		20 ( 38.5)	24 (24.7)	44 (29.5)		
	50-59	34 (43.1)	76 (55.9)	110 (51.2)	26 (40.0)	57 (58.2)	83 (50.9)		27 ( 51.9)	51 (52.6)	78 (52.4)		
	≥ 60	2 ( 2.5)	15 (11.0)	17 ( 7.9)	0 ( 0.0)	14 (14.3)	14 ( 8.6)		0 ( 0.0)	15 (15.5)	15 (10.1)		
Work duration (years)	< 5	23 (29.1)	26 (19.1)	49 (22.8)	18 (27.7)	16 (18.4)	36 (22.1)	0.0082	12 ( 23.1)	16 (16.5)	28 (18.8)	0.0563	
	5-9	17 (21.5)	23 (16.9)	40 (18.6)	21 (32.3)	14 (14.3)	35 (21.5)		15 ( 28.9)	14 (14.4)	29 (19.5)		
	10-14	21 (26.6)	38 (27.9)	59 (27.4)	13 (20.0)	25 (25.5)	38 (23.3)		12 ( 23.0)	27 (27.9)	39 (26.2)		
	15-19	12 (15.2)	35 (25.7)	47 (21.9)	9 (13.9)	31 (31.6)	40 (24.5)		8 ( 15.4)	33 (34.0)	41 (27.5)		
	≥ 20	6 ( 7.6)	14 (10.4)	20 ( 9.3)	4 ( 6.1)	10 (10.2)	14 ( 8.6)		5 ( 9.6)	7 ( 7.2)	12 ( 8.0)		
Salary (million won / month)	< 200	7 ( 8.9)	15 (11.0)	22 (10.2)	5 ( 7.7)	13 (13.3)	18 (11.0)	0.2452	7 ( 13.5)	11 (11.4)	18 (12.1)	0.3405	
	200-299	65 (82.2)	117 (86.0)	182 (84.7)	55 (84.6)	82 (83.7)	137 (84.0)		40 ( 76.9)	85 (87.6)	125 (83.9)		
	≥ 300	7 ( 8.9)	4 ( 3.0)	11 ( 5.1)	5 ( 7.7)	3 ( 3.0)	8 ( 5.0)		5 ( 9.6)	1 ( 1.0)	6 ( 4.0)		
Work time (hour/day)	< 8	15 (19.0)	10 ( 7.3)	25 (11.6)	13 (20.0)	7 ( 7.1)	20 (12.3)	0.0137	8 ( 15.4)	6 ( 6.2)	14 ( 9.4)	0.0174	
	8-9	48 (60.8)	81 (59.6)	129 (60.0)	40 (61.5)	58 (59.2)	98 (60.1)		9 ( 55.8)	57 (58.8)	86 (57.7)		
	≥ 10	16 (20.2)	45 (33.1)	61 (28.4)	12 (18.5)	33 (33.7)	45 (27.6)		15 ( 28.8)	34 (35.0)	49 (32.9)		
Total		79 (34.7)	136 (43.2)	215 (39.6)	65 (28.5)	98 (31.1)	163 (30.0)		52 ( 22.8)	97 (30.8)	149 (27.4)		

The p-values were calculated by chi-square test and, Fisher's exact test (gender)

\*: the symptom existed over 1 week or at least once per month during the last one year

<sup>†</sup>: 32 missing variables

**Table 3.** Frequency of symptom by work type and body number (%)

	Location								
	Upper limb			Low back			Legs		
	Solid waste collectors	Street cleaners	p-value	Solid waste collectors	Street cleaners	p-value	Solid waste collectors	Street cleaners	p-value
MSD*symptom 1 <sup>†</sup>	79 (34.7)	136 (43.2)	0.0450	65 (28.5)	98 (31.1)	0.5138	52 (22.8)	97 (30.8)	0.0395
MSD*symptom 2 <sup>‡</sup>	52 (22.8)	88 (27.9)	0.1775	42 (18.4)	62 (19.7)	0.7124	25 (11.1)	54 (17.1)	0.0439
MSD*symptom 3 <sup>§</sup>	21 ( 9.2)	32 (10.2)	0.7133	24 (10.5)	20 ( 6.4)	0.0783	10 ( 4.4)	17 ( 5.4)	0.5928

The p-values were calculated by the chi-square test

\*: Musculoskeletal disease

<sup>†</sup>: The symptom existed over 1 week or at least once per month during the last one year

<sup>‡</sup>: The symptom existed 1 week and at least once per month during the last one year, the pain is over the ‘middle grade’ pain level (workers complain pain during the work, but the pain is relieved after resting)

<sup>§</sup>: The symptom existed for 1 week and at least once per month during last one year, the pain is over the ‘severe grade’ pain level (workers complain of pain during the work, but the pain is not relieved after resting)

**Table 4.** Multiple logistic regression according to risk factors on musculoskeletal symptoms

	Prevalence odd ratio	95% CI*
Symptom criteria 1 <sup>†</sup>		
Age	1.018	0.993-1.046
Gender		
Male	1	
Female	3.523	1.269-11.318
Work duration	1.007	0.976-1.038
< 8	1	
8-9	1.604	0.924-2.853
≥ 10	2.165	1.156-4.131
Work type		
Solid waste collectors	1	
Street cleaners	1.144	0.762-1.721
Symptom criteria 2 <sup>‡</sup>		
Age	0.994	0.965-1.023
Gender		
Male	1	
Female	3.167	1.171-8.717
Work duration	1.025	0.990-1.060
< 8	1	
8-9	1.711	0.904-3.415
≥ 10	2.187	1.071-4.651
Work type		
Solid waste collectors	1	
Street cleaners	1.159	0.740-1.829

\*: Confidence interval

<sup>†</sup>: The dependent variable was positive on symptom criteria 1.

<sup>‡</sup>: The dependent variable was positive on symptom criteria 2.

상지의 근골격계질환 자각증상유무를 종속변수로 하고 (‘증상기준 1’, ‘증상기준 2’ 이상 만족) 근골격계질환에 영향을 미칠 것으로 판단되는 연령, 성별, 근무경력, 작업시간, 작업내용을 독립변수로 하여 다변량 로지스틱 회귀분석을 실시하였다. 그 결과 연령이 증가할수록 ‘증상

기준 1’에 대하여 1.018배(95% CI: 0.993~1.046) 상지의 근골격계질환 자각증상이 높게 나타났다. 근무경력에 길수록 ‘증상기준 1’과 ‘증상기준 2’를 만족시키는 경우가 각각 1.007배(95% CI: 0.976~1.038), 1.025배(95% CI: 0.990~1.060) 높게 나타났다. 10시간 이상 작업할

**Table 5.** RULA and REBA score according to work types

	RULA*		REBA†		Mean
	Total score	Subtotal A score	Total score	Total A score	
	Solid waste collectors	4.2	3.4	3.4	
Street cleaners	3.9	3.3	2.4	2.1	

Ergonomic analysis was done for 120 still-cut/person (a total of 8 persons) with methods of equal-appearing intervals sampling.

\*: Rapid upper Limb Assessment

†: Rapid Entire Body Assessment



A,B,C: Solid waste worker's job unit D,E: Street cleaners' job unit

**Fig. 1.** Photographs of sanitation worker's typical jobs by work types (A) Raising the bags from the road (B) Putting the bags on the truck (C) Moving with clinging to the truck (D) Sweeping wastes with broom (E) Putting on the wastes into the dust pan

경우 '증상기준 1' 과 '증상기준 2' 를 모두 만족시키는 경우가 8시간 미만 작업하였던 군에 비하여 2.165(95% CI: 1.156~4.131), 2.187배(95% CI: 1.071~4.651)로 통계적으로 유의하게 높았다. 그리고 작업의 경우 거리환경미화원이 '증상기준 1', '증상기준 2' 에 대하여 각각 1.144배(95% CI: 0.762~1.721), 1.159배(95% CI: 0.740~1.829)로 근골격계질환의 자각증상이 높게 나타

났으나 통계적으로 유의하지 않았다(Table 4).

### 3. 거리환경미화원과 지역환경미화원의 작업비교

거리환경미화원이 지역환경미화원보다 상지에 근골격계 자각증상의 호소율이 높은 이유를 분석하기 위해 두 작업의 자세 분석을 하였다. Figure 1에 지역환경미화원과

거리환경미화원의 대표적인 작업을 선정하여 나타내었다. 지역환경미화원의 작업 요소는 허리를 굽히고 팔을 아래로 뻗어 쓰레기봉투를 정리하는 작업, 쓰레기봉투를 들어서 청소차량이나 손수레에 적재하는 작업, 이동시 차량에 매달려 가는 작업이 있었다. 그리고 거리환경미화원의 작업 요소는 도로의 중간 및 길가에 떨어져있는 쓰레기를 빗자루를 이용하여 치우는 쓸기 작업, 빗자루와 쓰레받기를 이용한 담기 작업이 있었다(Fig. 1). 지역 및 거리환경미화원의 단위 작업 및 작업요소에 대하여 RULA와 REBA를 이용하여 상지의 인간공학적인 평가를 수행하였다. 지역환경미화원의 RULA 총점 평균은 4.2점, RULA 중 상지만을 반영하는 subtotal A 점수는 3.4점이었으며, 거리환경미화원의 RULA 총점 평균은 3.9점, RULA 중 상지만을 반영하는 subtotal A 점수는 3.3점으로 나타났다. 지역환경미화원 REBA의 총점 평균은 3.4점, REBA 중 상지만을 반영하는 total A 점수는 2.3점 이었으며, 거리환경미화원 REBA 총점 평균은 2.4점, REBA 중 상지만을 반영하는 total A 점수는 2.1점으로 나타났다(Table 5). 단위작업의 반복성 평가에서 거리환경미화원은 빗자루의 반복적인 사용이 분당 38회, 지역환경미화원은 쓰레기봉투 적재 작업에 대한 반복이 분당 9회로 확인되었다.

## 고 찰

본 연구의 결과 환경미화원의 72.2%가 근골격계질환의 자각증상 및 통증이 있다고 답하였다. 전체 대상자 중에서 상지의 경우 39.6%, 허리는 30.0%, 다리는 27.4%가 '증상기준 1' 이상의 통증을 호소하였다. 상지의 반복 작업자에 대한 연구는 환경미화원, 보험심사자, 교향악단 및 관현악 연주자, 시계조립 사업장 근로자, 은행창구 작업자, 전화교환원 등을 대상으로 시행되었다. Lee는 환경미화원이 어깨 관절통을 28.9% 정도 호소한다고 보고하였다<sup>19)</sup>. 보험심사자의 경우 Sim과 Kim은 어깨의 근골격계질환의 자각증상 호소율이 74.6%<sup>7)</sup>, 교향악단 및 관현악 연주자의 근골격계질환의 자각증상 호소율에 대하여 Sung들은 어깨가 59.6%, 팔꿈치 23.1%, 손목 24.4%, 손가락 30.1%라고 하였고<sup>8)</sup>, Kim은 어깨가 73.7%, 팔과 팔꿈치 64.7%, 손목 57.7%, 손가락 60.9%라고 보고하였다<sup>9)</sup>. Jang들은 중소기업 시계조립 사업장 근로자의 근골격계질환 자각증상 호소율은 어깨 30.1%, 팔과 팔꿈치 18.0%, 손/손목 31.3%라고 보고하였다<sup>13)</sup>. Yim들은 은행창구 작업자들을 대상으로 실시한 조사에서 근골격계질환 자각증상 호소율이 어깨 43.9%, 손목 16.5%, 손가락 8.8%라고 보고하였다<sup>4)</sup>. 전화교환원의 근골격계질환 자각증상의 호소율은 경우

Park 들이 어깨가 65.2%, 손 34.5%<sup>2)</sup>, Choi들은 어깨 56.1%, 팔꿈치 31.3%, 손목 23.5%라고 보고하였다<sup>3)</sup>. 본 연구 대상자인 환경미화원은 어깨가 30.9%, 팔이 26.3%, 손/손목/손가락은 27.8%로 나타났다(결과에 제시하지 않았음). 이 결과는 다른 연구 결과들과 비교해볼 때 상지의 근골격계질환 자각증상의 유병률이 낮으나 Lee의 선행 환경미화원에 대한 연구<sup>19)</sup>와 유사한 결과를 보이고 있다. Yim들<sup>4)</sup>과 Choi들<sup>3)</sup>이 성별은 경견완장애의 자각증상 호소와 관련 있는 요인이라고 하였다. 시계조립 작업자(여성이 연구대상자 중 48.2%)를 제외한 기존연구의 대상자인 보험심사자, 교향악단 및 관현악 연주자, 은행창구 작업자, 전화교환원들은 대부분 여성이었다. 본 연구 대상자들의 성별분포는 이전 연구와는 달리 96.3%가 남성 근로자였다. 이러한 성별의 차이가 있기 때문에, 다른 연구 결과들보다 환경미화원들의 근골격계질환 자각증상 유병률이 비교적 낮았을 것으로 판단된다. 또한, 이렇듯 서로 다른 직종에 따라 신체부위별 근골격계질환 자각증상 호소율이 다른 것은 증상호소를 정의하는 기준이 조사자마다 다른 점과 업무 내용에 따라 상지의 반복 작업이라고 하지만 사용 신체부위와 팔의 위치 등의 작업자세가 다르므로 작업 및 직업 간의 특성별로 차이가 있었을 것으로 판단된다.

Yim들<sup>4)</sup>과 Choi 들<sup>3)</sup>은 연령, 성별, 근무경력, 작업시간이 경견완장애의 자각증상 호소와 관련 있는 요인이라고 하였다. '증상기준 1'에 해당하는 군에 대해 실시한 다변량 로지스틱 회귀분석결과 연령이 증가할수록 1.018배(95% CI: 0.993~1.046) 상지의 근골격계질환 자각증상이 높게 나타났다. 하지만 증상기준을 높여 평가할 경우 유의한 결과가 나타나지 않아 Yim들<sup>4)</sup>과 Choi들<sup>3)</sup>의 연구결과와는 다른 결과를 보였으며, 단순히 연령이 증가할수록 상지의 근골격계자각증상을 높인다고 판단할 수 없었다. 성별의 경우 상지의 근골격계질환 자각증상 호소에 대하여 가장 유의하게 영향을 미친다는 결과가 나왔으나 그 수가 적어 결과를 일반화해서 해석하기 어려웠다. 근무경력에 길수록 '증상기준 1'과 '증상기준 2'를 만족시키는 경우가 각각 1.007배(95% CI: 0.976~1.038), 1.025배(95% CI: 0.990~1.060) 높게 나타난다고 하여 기존 연구 결과와 일치하는 결과를 보였으나 통계적으로 유의하지 않았다. 작업시간이 길어질수록 상지의 근골격계질환 자각증상을 호소하는 것이 더 높게 나타났으며, 10시간 이상 작업할 경우 '증상기준 1'과 '증상기준 2'를 모두 만족시키는 경우가 2.165(95% CI: 1.156~4.131), 2.187배(95% CI: 1.071~4.651) 통계적으로 유의하게 높게 나타났다. 작업에 따라 '증상기준 2', '증상기준 3'에 대하여 증상기준이 높아질수록 거리환경미화원이 1.159배(95% CI: 0.740~1.829), 1.223배(95% CI:

0.635~2.435)로 지역환경미화원에 비하여 근골격계질환의 자각증상이 높게 나타나는 경향을 보였다(‘증상기준 3’의 값은 결과에 제시하지 않음).

본 연구의 작업분석에서 지역환경미화원의 RULA, RULA 점수 중 상지의 subtotal A 점수, REBA, REBA 점수 중 상지 total A 점수는 모두 거리환경미화원의 점수에 비해 높았으며, REBA 점수, REBA total A 점수 역시 높게 나타났다. 그러나 작업내용에 따른 증상호소율의 차이는 거리환경미화원의 자각증상 기준 양성자 비율이 지역환경미화원보다 허리의 ‘증상기준 3’을 제외한 모든 영역에서 높게 나타났다. 이러한 차이는 연령을 보정한 다변량 분석에서는 의미가 약화되기는 하였지만, 그럼에도 비슷한 수준을 유지하거나 약간 높은 수준으로 증상호소율을 보였다(통계적 유의성은 없었다). 본 연구결과 자각 증상에 대한 평가와 작업자세의 인간공학적인 분석과는 차이가 있음을 확인할 수 있었다. Buckle과 Devereux는 중량물취급(force), 작업자세(posture), 진동(vibration)과 함께 반복성(repetition) 또한 상지의 근골격계질환의 위험요인으로 작용한다고 하였다<sup>24)</sup>. 본 연구에서 사용한 작업자세의 인간공학적인 분석 도구는 RULA와 REBA였다. RULA, REBA 두 분석기법은 모두 정적인 동작을 분석하고, 반복성에 대한 여부를 물어 점수를 더해주는 방식을 취한다. 두 분석기법은 정적인 작업 자세를 기본으로 평가하기 때문에 작업의 반복성에 대한 평가에는 제한점이 있다<sup>25)</sup>. 거리환경미화원은 근무시간의 대부분을 걸으면서 빗자루를 이용하여 거리의 쓰레기를 쓸고 담는 작업을, 지역환경미화원은 주로 쓰레기봉투를 운반용 차량 또는 손수레에 적재하는 반복적인 작업을 시행한다. 따라서 본 연구자들은 단위작업의 반복성에 대한 평가를 수행하였으며, 그 결과 지역환경미화원의 ‘정리-들기-적재’ 작업빈도는 분당 10회 미만으로, 거리환경미화원의 빗자루를 이용한 ‘쓸기-담기’ 작업빈도인 분당 38회에 비해 적었음을 확인하였다.

Keyserling과 Chaffin은 작업 중 딱딱한 면이나 기계와 접촉하는 부위, 도구 손잡이 등이 인체의 작은 부분에 힘을 집중시켜서 높고 국소적인 압력을 가하게 되어 건과 건초에 기계적인 손상 등을 유발할 수 있다고 하였다<sup>26)</sup>. Gallagher는 인간공학적으로 설계되지 않은 수공구를 사용할 때 작업자들이 불편함을 느끼게 되고<sup>27)</sup>, Werner들은 어떠한 이유에서든지 부적절한 자세가 유지될 때 수근관 증후군 등의 근골격계질환 발생 위험이 증가한다고 하였다<sup>28)</sup>. 지역환경미화원은 작업할 때에 다른 도구를 사용하지 않지만 거리환경미화원은 청소 작업할 때에 빗자루와 쓰레받기를 사용한다. 부적절한 청소도구의 사용에 따라 거리환경미화원이 근골격계질환 자각증상을 더 호소할 수 있을 것으로 판단되어 거리환경미화원의 사용 도구

및 청소 시 상지의 자세를 확인하고 청소 도구와의 관계를 평가하였다. 거리환경미화원이 사용하는 빗자루는 작업자의 손에서부터 상완의 외상과에 걸쳐서 놓이며, 빗자루 쓸기 작업 시 상완 외상과에 손잡이가 접촉하게 되어 접촉스트레스가 발생한다. 0.8 kg인 나무로 된 빗자루를 질 때 전완부가 내회전되는 상태이며, 빗자루 잡기 형태는 집게 잡기(pinch grip)로 불안정한 잡기 형태가 관찰되었다. 또한, 빗자루는 길이조절이 불가능한 나무로 제작되었고, 그 길이가 길어 작업자가 편하게 ‘쓸기-담기’ 동작을 하기 힘들다(Fig. 1). 인간공학적으로 설계되지 못한 청소도구를 이용하기 때문에 거리환경미화원은 근골격계질환의 위험요인(접촉스트레스와 불안정한 작업자세)에 노출되어 있다.

근골격계질환의 위험요인에 영향을 주는 인자로 해당 작업의 지속시간 등이 있다<sup>29)</sup>. 지역환경미화원이 드는 쓰레기봉투의 무게보다 거리환경미화원이 들고 다니는 청소도구가 가볍지만, 거리환경미화원이 청소 도구를 들고 바닥을 쓰는 시간은 전 작업시간인데 비하여 지역환경미화원은 단속적 작업이 이뤄지므로 작업 도구의 무게 차이보다 부적절한 도구사용 작업의 지속적인 사용 역시 근골격계질환의 자각증상 유무에 영향을 미쳤을 것으로 추정된다. 따라서 거리환경미화원의 대표 작업자세가 지역환경미화원보다 낮은 인간공학적 위험을 가지고 있음에도 지역환경미화원보다 높거나 비슷한 수준의 증상 호소율을 보이는 원인은 반복성, 인간공학적으로 설계되지 못한 도구의 사용으로 인한 부적절한 작업 자세, 부적절한 도구를 이용한 작업시간의 차이가 모두 거리환경미화원들의 상지에 영향을 미쳤기 때문이라고 판단된다.

하지의 근골격계질환의 자각증상 유무가 지역환경미화원보다 거리환경미화원에서 높게 나타났다. 작업 분석을 실시한 결과 지역환경미화원의 경우 이동 작업이 16.2%이지만 거리환경미화원은 이동 작업이 22.1% 였다(결과에 제시하지 않음). 따라서 상지 이외에도 하지에 대한 근골격계질환 자각증상은 거리환경미화원이 근무시간 중 대부분을 넓은 청소구역을 걸어다니면서 청소하지만, 지역환경미화원의 경우 차로 이동하는 시간이 많기 때문일 것으로 추정된다.

본 연구의 제한점으로 1000명 중 연구 대상으로 사용된 설문은 543건으로 전체적으로 분석 대상이 50%를 조금 넘어 대표성에 문제가 있을 수 있다. 그리고 대상자에 대해 객관적인 의학적 검진을 통해 조사한 자료가 아닌 주관적 증상에 의존한 설문조사의 한계점을 가지고 있다. 설문조사의 한계를 극복하기 위하여 현장조사를 수행하여 제한점을 극복하고자 하였다. 본 제한점들을 극복하기 위한 방안으로 환경미화원의 근골격계질환 자각증상 및 질환의 유병률 등을 추정하기 위하여 향후 연구 대상자의

확대 및 현장 면접 조사와 함께 문진 및 진찰 등을 추가함으로써 정확한 평가를 수행하는 것이 필요하다고 사료된다. 일반적인 특성 중 음주, 흡연의 정도와 가사노동은 근골격계질환의 자각증상에 영향을 미치는 중요한 요인이지만, 설문내용에서 응답이 누락된 사항이 많았으며, 무응답과 음주, 흡연, 가사노동을 실시하지 않는다는 답이 구분하기 힘들었다. 따라서 해당 사항을 분석에 사용하기 힘들다고 판단하여 분석에서 제외하였다. 향후 연구에서 설문지 조사 시에 문항에 대한 답변 누락이 없도록 유의하여 조사해야 할 것이다.

환경미화원의 근골격계질환을 예방하기 위한 대책으로 Rushton은 지역환경미화원이 bag을 들 때는 2개 이상 들지 않고, 한번에 들고 나를 때 거리를 줄여야 한다고 하였으며<sup>30)</sup>, Luttmann들은 지역환경미화원이 한번에 다루는 container 수를 줄여야 한다고 하였다<sup>31)</sup>. Kuijer들은 job rotation을 통하여 한 작업을 오랫동안 하지 않도록 하고, 같은 부위에 반복적인 부하를 줄여야 한다고 하였으며<sup>32)</sup>, Koda들은 일본 도쿄시의 환경미화원을 대상으로 10년간 참여적인 안전보건 프로그램을 시행하였고 그 결과 요통을 예방할 수 있었다고 하였다<sup>33)</sup>. 본 연구 결과 지역환경미화원보다 거리환경미화원이 상지에 근골격계질환의 자각증상을 많이 호소하였으며, 동작 분석 결과 RULA, REBA점수는 높지 않았음에도 빗자루를 이용하여 거리를 청소하는 동작은 단시간에 많은 빈도의 반복 작업을 하였던 것으로 판단되었다. 따라서 선진국처럼 자동 청소차량을 이용하여 거리환경미화작업을 하고<sup>34)</sup>, 나무로 되어 있는 긴 빗자루를 작업자의 신장 및 팔 길이에 따라 인간공학적으로 개선하여 사용하는 것이 필요하다.

요 약

목적: 본 연구는 서울 및 경기 일부 지역의 환경미화원을 대상으로 신체부위별 근골격계 질환의 증상 호소율을 파악한 후 작업의 차이에 따른 증상호소의 차이를 확인하고, 원인 작업을 평가하여 근골격계질환의 관련요인을 찾고자 한다.

방법: 서울 및 경기 일부 지역에 소재하는 환경미화업체 근로자 중 대상자 543명을 대상으로 분석을 시행하였다. 근골격계 질환의 증상호소율은 NIOSH의 근골격계질환의 자각증상에 대한 기준을 사용하였다. 환경미화원의 작업에 대한 인간공학적인 평가는 RULA, REBA를 사용하여 분석하였다.

결과: 환경미화원의 72.2%가 근골격계질환의 자각증상 및 통증이 있다고 답하였다. 전체 대상자 중에서 상지의 경우 39.6%, 허리는 30.0%, 다리는 27.4%가 정도 이상의 통증을 호소하였다. 거리환경미화원의 자각증상

기준별 양성자 비율이 지역환경미화원보다 허리의 '증상 기준 3'를 제외한 모든 영역에서 높게 나타났다. 그리고 거리환경미화원이 상지의 '증상기준 1', 하지의 '증상기준 2~3'의 영역에서 지역환경미화원보다 통계적으로 유의하게(p<0.05) 높은 비율을 나타냈다. NIOSH 기준 1~3에 양성자로 해당하는 군을 종속변수로 작업 이외에 근골격계 질환에 영향을 미칠 것으로 판단되는 인자의 영향을 확인하고자 다변량 로지스틱 회귀분석을 실시하였다. 그 결과 연령이 증가할수록 '증상기준 1'에 대하여 1.018배(95% CI: 0.993~1.046) 근골격계질환의 자각증상이 증가하였던 것으로 확인되었다. 10시간 이상 작업할 경우 '증상기준 1'과 '증상기준 2'를 모두 만족시키는 경우가 2.165(95% CI: 1.156~4.131), 2.187배(95% CI: 1.071~4.651) 통계적으로 유의하게 높게 나타났다. 지역환경미화원의 RULA, RULA 점수 중 상지의 sub-total A 점수, REBA, REBA 점수 중 상지 total A 점수는 모두 거리환경미화원의 점수에 비해 높게 나타났다.

결론: 거리환경미화원이 지역환경미화원에 비하여 인간공학적 평가점수가 낮음에도, 거리환경미화원이 상대적으로 높은 반복 작업의 빈도와 10시간 이상 작업 등에 의해 상지에 대한 근골격계질환의 자각증상 호소한다고 판단된다. 환경미화원의 근골격계질환에 대한 다양한 대책들이 필요하다.

참 고 문 헌

- 1) Putz AV. Recognizing Cumulative Trauma Disorders. In: Cumulative Trauma Disorders: a Manual for Musculoskeletal Disease of the Upper Limbs. Taylor & Francis Inc., Bristol, 1994. 1-31.
- 2) Park JY, Cho KH, Lee SH. Cervicobrachial disorders of female international telephone operators I. Subjective symptoms. Korean J Occup Environ Med 1989;1(2):141-150. (Korean)
- 3) Choi JW, Yum YT, Song DB, Park JT, Chang SH, Choi JA. Musculoskeletal diseases of upper extremities among the electronic assembly workers and telecommunication workers. Korean J Occup Environ Med 1996;8(2):301-19. (Korean)
- 4) Yim SH, Lee YG, Cho JJ, Son JI, Song JC. Symptom prevalence of work-related musculoskeletal disorders and related factors among bank workers by visual display terminal use. Korean J Occup Environ Med 1997;9(1):85-98. (Korean)
- 5) Yoon CS, Lee SH. Symptom prevalence and related factors of upper limb musculoskeletal symptoms in automobile related job workers. Korean J Occup Environ Med 1999;11(4):439-48. (Korean)
- 6) Kim JY, Choi JW, Kim HJ. The relation between work-

- related musculoskeletal symptoms and rapid upper limb assessment (RULA) among vehicle assembly workers. *Korean J Prev Med* 1999;32(1):48-59. (Korean)
- 7) Sim YJ, Kim HA. Rate of musculoskeletal disorder symptoms complained by some insurance inspectors. *Korean J Occup Health* 2002;41(3):120-30. (Korean)
  - 8) Sung NJ, Sakong J, Chung JH. Musculoskeletal disorders and related factors of symphony orchestra players. *Korean J Occup Environ Med* 2000;12(1):48-58. (Korean)
  - 9) Kim SS. A study on the prevalence and related factors of musculoskeletal disorders of players of professional orchestras. Unpublished Master's Dissertation, Graduate School of Environment and Health. Chosun University, 2001. (Korean)
  - 10) Yun JS. Study on the work related stress and musculoskeletal symptoms among practicing dentists. Unpublished Master's Dissertation, Graduate School of Public Health. Chungnam National University, 1999. (Korean)
  - 11) Park BC, Cheong HK, Kim SK. Risk factors related to musculoskeletal symptoms in shipyard workers. *Korean J Occup Environ Med* 2003;15(4):373-87. (Korean)
  - 12) Kim JE, Kang DM, Shin YC, Son MA, Kim JW, Ahn JH, Kim YK, Moon DH. Risk factors of work-related musculoskeletal symptoms among ship-yard workers. *Korean J Occup Environ Med* 2003;15(4):401-10. (Korean)
  - 13) Jang EC, Kim HJ, Kwon YJ, Park SB, Lee SJ, Song JC. The prevalence of cumulative trauma disorders of upper extremities among watch assembly workers in some small-scaled industry. *Korean J Occup Environ Med* 2000;12(4):457-72. (Korean)
  - 14) Yoo JI, Koo JW. Musculoskeletal symptoms and related factors for nurses and radiological technologists wearing a lead apron for radiation protection. *Korean J Occup Environ Med* 2004;16(2):166-77. (Korean)
  - 15) Park SK, Choi YJ, Moon DH, Chun JH, Lee JT, Sohn HS. Work related musculoskeletal disorders of hairdresser. *Korean J Occup Environ Med* 2000;12(3):395-404. (Korean)
  - 16) Rye SM, Yim JJ, Kang MG, Park J. The prevalence of musculoskeletal symptoms and its related factors of beauticians. *Med J Chosun University* 2006;31(1):98-105. (Korean)
  - 17) Verbeek JHAM. (PhD thesis) Disability due to back and other musculoskeletal complaints, Amsterdam: Coronel Institute for Occupational and Environ Health. p 166.
  - 18) Yang CY, Chang WT, Chuang HY, Tsai SS, Wu TN, Sung FC. Adverse health effects among household waste collectors in Taiwan. *Environ Res* 2001;85(3):195-9.
  - 19) Lee JM. Health behavior of waste disposal officers. Unpublished Master's Dissertation, Graduate School of Public Health Kyungpook National University (2004) (Korean)
  - 20) Lee HK, Myong JP, Jeong EH, Jeong HS, Koo JW. Ergonomic workload evaluation and musculo-skeletal symptomatic features of street cleaners. *J Ergon Soc Korea* 2007;26(4):147-52. (Korean)
  - 21) National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). NIOSH Health Hazard Evaluation Report, 1993, NIOSH Report No. PB 93-188-456.
  - 22) McAtamney K, Corlett EN. RULA: A survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. *Appl Ergon* 1993;24(2):91-9.
  - 23) Hignett S, McAtamney L. Rapid entire body assessment. *Appl Ergon* 2000;31(2):201-5.
  - 24) Buckle P, Devereux J. Risk factors for work-related neck and upper limb musculoskeletal disorders. European Agency for Safety and health at Work, Bilbao. Spain. 1999. pp 1-93.
  - 25) Korea Occupational Safety and Health Agency (KOSHA). Ergonomic analysis for risk factors analysis and improvement of working condition, 2005, KOSHA education guideline No.2005-23-50. (Korean) (translated by Myong JP)
  - 26) Keyserling WM, Chaffin DB. Occupational ergonomics-methods to evaluate physical stress on the job. *Annu Rev Public Health* 1986;7:77-104.
  - 27) Gallagher S. Physical limitations and musculoskeletal complaints associated with work in unusual or restricted postures: a literature review. *J Safety Res* 2005;36(1):51-61.
  - 28) Werner RA, Franzblau A, Gell N, Hartigan AG, Ebersole M, Armstrong TJ. Incidence of carpal tunnel syndrome among automobile assembly workers and assessment of risk factors. *J Occup Environ Med* 2005;47(10):1044-50.
  - 29) Bernard BP. Musculoskeletal Disorder (MSDs) and Workplace Factors: A Critical Review of Epidemiologic Evidence for Work-Related Musculoskeletal Disorders of the Neck, Upper Extremity, and Low Back. Publication No.97-141. DHHS (NIOSH), Washington, DC. 1997.
  - 30) Rushton L. Health hazards and waste management. *Br Med Bull* 2003;68:183-97.
  - 31) Luttmann A, Laurig W, Jäger M. Logistical and ergonomic transportation capacity for refuse collection workers: a work physiology field study. *Ergonomics* 1992;35:2045-55.
  - 32) Kuijer PP, Visser B, Kemper HC. Job rotation as a factor in reducing physical workload at a refuse collecting department. *Ergonomics* 1999;42(9):1167-78.
  - 33) Koda S, Nakagiri S, Yasuda N, Toyota M, Ohara H. A follow-up study of preventive effects on low back pain at worksites by providing a participatory occupational safety and health program. *Ind Health* 1997;35(2):243-8.
  - 34) Tobin GA, Brinkmann R. The effectiveness of street sweepers in removing pollutants from road surfaces in Florida. *J Environ Sci Health A Tox Hazard Subst Environ Eng* 2002;37(9):1687-700.