

일부 거리환경미화원의 근골격계 증상 유병률과 직업적 및 개인적 요인의 관련성

정석철 · 이경선* · 정명철* · 이인석** · 정최경희*** · 박진욱**** · 김현주†

단국대학교 의과대학 산업의학교실 · *아주대학교 산업정보시스템공학부 · **한경대학교 안전공학과

이화여자대학교 의학전문대학원 예방의학교실 · *서울대학교 보건대학원 직업환경건강교실

(2010. 4. 14. 접수 / 2010. 12. 14. 채택)

Relationship between Prevalence of Musculoskeletal Symptoms and Occupational and Personal Factors among Street Cleaners

Sukchul Jung · Kyung-Sun Lee* · Myung-Chul Jung* · Inseok Lee** ·

Kyunghee Jung-Choi*** · JinWook Bahk**** · Hyunjoo Kim †

Department of Occupational and Environmental Medicine, Dankook University College of Medicine

*Department of Industrial and Information Systems Engineering, Ajou University

**Department of Safety Engineering, Hankyong National University

***Department of Preventive Medicine, Ewha womens University School of Medicine

****School of Public Health, Seoul National University

(Received April 14, 2010 / Accepted December 14, 2010)

Abstract : The aim of this study was to investigate occupational and individual risk factors and working conditions in relation to musculoskeletal symptoms in street cleaners. Investigation was conducted through a survey of 395 male street cleaners employed by the government office in Seoul, Gyeonggi and Chung-Nam from July to August of 2009. The control group was comprised of 143 male drivers and security guards. Risk factors for musculoskeletal symptoms in street cleaners were investigated by multiple logistic regression analysis and also evaluated ergonomic risk factors by assessing working conditions of 4 street cleaners. As a result of symptom questionnaires, all of the prevalent rates of musculoskeletal symptoms in street cleaners had significantly higher results than those of the control group ($p < 0.05$). On binary logistic regression analysis of musculoskeletal symptoms, street cleaners showed significant higher odds ratio as 18.84(95%CI: 6.56-54.12) in the arm/elbow, 10.49(95%CI: 4.29-25.65) in the hand/wrist compared to the control group. Both absence of rest breaks and exposure to ergonomic risk factors showed to be important internal risk factors of musculoskeletal symptoms among street cleaners. The exposure levels of QEC(Quick exposures checklist) in street cleaners were revealed to be higher on the shoulder/arm, wrist/hand, and neck than back, or from stress. The findings appear to show that street cleaners were high-risk group of work-related musculoskeletal disorders. Therefore street cleaners require a holistic interventional strategy, including adequate arrangement of rest breaks, improvement of working tools and control of individual risk factors such as obesity and smoking.

Key Words : street cleaners, musculoskeletal symptoms, rest breaks, QEC

1. 서론

환경미화원은 한국표준직업분류 상 ‘청소원 및 환경미화원’에 속하는 직종으로 2008년 현재 약 47만여 명으로 집계되고 있다¹⁾. 2008년 현재 국내 ‘청

소원 및 환경미화원’은 평균 연령 49.9세로서 월 평균 204.4시간을 근무하는 것으로 알려져 있는데²⁾, 이는 전체 근로자의 평균 근무시간인 188.7시간을 10시간 이상 초과하는 것이다.

환경미화원은 크게 지역환경미화원과 거리환경미화원으로 나눌 수 있다. 거리환경미화원은 자신이 담당하고 있는 지역에서 빗자루와 쓰레받기, 쓰

† To whom correspondence should be addressed.
kuffs@dku.edu

레기 자루 등을 이용하여 거리의 쓰레기 및 오물을 정리하는 작업을 수행한다³⁾. 이러한 과정에서 거리환경미화원은 근골격계 질환을 유발할 수 있는 중량물 취급 작업과 다양한 반복 작업 등에 노출될 가능성이 높아, 이들의 작업관련 근골격계 질환에 대한 평가를 위해서는 인간공학적 평가와 근골격계 증상에 대한 종합적 분석이 필요할 것으로 여겨진다.

국외에서는 Yang 등⁴⁾이 타이완 지역의 가정쓰레기를 수집하는 환경미화원들과 사무직 대조군의 근골격계 증상을 비교하였는데, 이 연구에서는 인간공학적 평가가 수행되지 않아 근골격계 증상과 관련된 위험요인 평가에 한계가 있었다. 국내에서는 Lee 등⁵⁾이 서울·경기 지역의 거리환경미화원을 대상으로 근골격계 질환 및 증상에 대한 설문조사와 REBA(Rapid Entire Body Assessment; 이하 REBA)를 통한 인간공학적 평가를 보고하였으며, Myong 등³⁾도 동일 지역 환경미화원을 대상으로 근골격계 및 인간공학적 평가를 실시하여 거리환경미화원과 지역환경미화원의 차이를 분석하였다. 하지만 이들 연구들은 대조 직업군에 대한 분석이 이뤄지지 않아 환경미화원의 근골격계 증상과 업무 부담에 대한 상대적인 평가에 어려움이 있었다.

본 연구에서는 거리환경미화원의 근골격계 증상과 함께 인간공학적 평가를 실시하여 직업적 특성을 이해하고, 대조군을 선정하여 각 증상에 따른 비차비를 산출함으로써 근골격계 증상의 위험 요인을 파악하고자 하였다.

2. 대상 및 방법

2.1. 설문조사

1) 연구대상

연구대상은 거리환경미화원과 대조군으로 나누어 조사하였다. 거리환경미화원은 서울 소재 2개 구청과 경기·충남 소재 시청 각 1개소에 근무하고 있는 거리환경미화원을 대상으로 하였다. 거리환경미화원에 대한 설문조사는 2009년 7월부터 8월까지 사업장의 협조를 얻어 조사에 동의한 근로자를 대상으로 수행되었다. 응답한 근로자는 남성 395명, 여성 34명으로 설문응답률은 85.9%였다. 대조군은 주로 앉아서 일하는 직종인 운전직과 경비원 중 연령대가 연구 대상자와 유사한 143명의 남성을 선정하였다. 여성은 적절한 대조군을 선정하지 못하여 연구대상에서 제외하였다.

2) 조사내용

설문지는 응답자의 인구학적 특성, 직업 및 작업 관련 특성과 근골격계 증상 등의 내용으로 구성되었다. 연구 대상자들의 연령, 성별, 신장, 체중, 과거 질병력, 흡연력, 운동 여부 등의 인구학적 특성이 조사되었으며, 직업적 특성으로는 직종, 근무기간, 주당 근무시간, 휴식시간 등이 포함되었다. 근골격계 질환 위험요인에 대한 내용으로는 작업 자세, 힘, 반복성 등의 인간공학적 위험요인에 대한 하루 30분 이상 노출 여부와 하루 입식작업 시간에 대하여 조사하였으며, 'KOSHA(Korea Occupational Safety and Health Agency) CODE H-30-2008의 근골격계질환 증상조사표'를 기초로 부위별 근골격계 자각 증상에 대한 평가를 수행하였다⁶⁾. 근골격계 증상은 미국 산업안전보건연구원(National Institute for Occupational Safety and Health; 이하 NIOSH)의 정의에 따라 신체 각 부위 별로 지난 1년간 한 달에 1회 이상 증상이 있거나 한 번 증상이 나타나면 일주일 이상 지속되는 경우를 유증상자로 정하였다.

3) 분석방법

통계분석은 SPSS 17.0 K를 사용하였다.

거리환경미화원과 대조군의 인구학적 특성, 직업적 특성, 근골격계 증상 등을 비교분석하였다. 두 군의 차이를 파악하기 위하여 범주형 변수는 카이제곱검정, 연속형 변수는 독립변수 t-검정을 시행하여 분석하였다.

대조군에 대한 거리환경미화원의 근골격계 증상 위험도를 파악하기 위해 단변량 분석에서 유의한 결과를 보인 변수들($p < 0.10$)인 고령근로자 여부, 비만 여부, 흡연 여부, 근무기간, 주당 근무시간, 휴식시간 유무, 직종 등을 포함한 다중 로지스틱 회귀모델을 구성하여 분석하였다. 또한 거리환경미화원만을 대상으로 단변량 분석에서 유의한 결과를 보인($p < 0.10$) 연령, 체질량지수, 흡연여부, 해당부위 인간공학적 위험요인 노출여부, 주당 근무시간, 휴식시간 유무 등의 요인을 포함한 다중 로지스틱 회귀분석을 수행하여 근골격계 증상에 영향을 줄 수 있는 요인을 파악하였다. 신체 각 부위의 인간공학적 위험요인은 목의 경우 '목을 구부리거나 젖히거나 비트는 자세', 어깨의 경우 '손을 어깨보다 높이 올리는 자세', 팔·팔꿈치의 경우 '팔을 길게 뻗거나 옆으로 벌린 자세' 또는 '팔을 반복해서 움직이는 작업', 손·손목의 경우 '손목을 구부리

거나 젓히거나 비트는 자세' 또는 '손 또는 손목을 반복해서 움직이는 작업', 허리의 경우 '허리를 구부리거나 젓히거나 비트는 자세' 또는 '무거운 물건을 손으로 들거나 나르는 작업', 무릎의 경우 '쪼그려 앉거나 무릎 꿇는 자세' 등으로 각각 분류하여 매일 30분 이상 노출 여부로 따라 비교분석하였다.

2.2. 인간공학적 평가

본 연구에서는 작업분석, 자세분석, QEC(Quick Exposure Checklist; 이하 QEC)와 작업도구 분석 등을 통하여 거리환경미화원에 대한 인간공학적 평가를 수행하였다. 평가는 경기도와 충청남도 소재 시청 소속 환경미화원 4인을 대상으로 수행되었으며, 대상 작업자들이 동일한 작업을 오전과 오후에 반복하여 실시하였기 때문에 그에 따른 작업 부담은 같았을 것으로 예상하여 본 조사에서는 오전 작업 4시간을 대상으로 촬영하여 분석하였다.

작업분석은 환경미화원의 작업을 주요 단위작업으로 분류하여 각 단위작업의 작업시간과 빈도를 분석하는 방식으로 이루어졌다. 주요 단위작업은 빗자루 청소, 집게 청소, 쓰레기 담기, 쓰레기 버리기, 전단지 제거, 리어카 끌기, 대기 등이며, 각 단위작업별 작업시간과 작업빈도는 하루 8시간 기준으로 환산하여 구하였다.

작업자세 분석은 각 단위작업별로 가장 촬영상태가 좋은 샘플을 선정하여 1초 간격으로 자세를 관찰하여 기록하고, 각 단위작업별로 해당 작업자세의 비율을 산출하여 작업자세 특성을 구하는 방식으로 실시되었다. 작업자세 분류는 서기, 걷기, 쪼그리기 등으로 정의되는 다리 및 전신자세 분류와 목, 위팔, 아래팔, 손, 허리 등의 관절에서 중립, 굴곡, 회전 등으로 정의되는 신체부위별 자세 분류로 구성되었다. 관찰을 통해 명확히 분류하기 어려운 자세는 판정불가로 분류하였다. 위팔 굴곡의 경우 Keyserling 등⁷⁾의 연구에 근거하여 90° 이상, 허리의 경우 Foreman 등⁸⁾의 연구에 근거하여 45° 이상을 기준으로 구분하였으며, 그 외 손, 목, 아래팔의 굴곡은 중립자세를 기준으로 평가하였다. 하지는 Chung 등⁹⁾의 연구를 참고하여 서기, 쪼그려 앉기, 걷기, 앉기, 판정불가, 기타 항목으로 분류하여 분석하였으며, 분석주기는 1초에 1프레임 간격으로 하였다.

QEC 분석은 분석자 및 근로자가 전체 작업에 대해 주요 신체 부위별 자세와 동작, 그리고 근력 동

원 등의 유해요인에 대하여 평가를 하여 이를 통합하는 방식으로 이루어지는데, 최종적으로 QEC 점수를 산출하여 상지의 각 신체 부위와 정신적 부하에 대한 노출 수준을 평가하였다¹⁰⁾.

작업도구에 대한 분석은 거리환경미화원이 사용하는 빗자루, 쓰레받기, 집게, 리어카 등에 대한 재질, 중량, 길이 등에 대해 조사하여 평가하였다.

3. 결과

3.1. 연구대상의 일반적 특성 및 작업관련 특성

연구대상자들의 평균 연령은 거리환경미화원 49.9±8.5세, 대조군 49.8±6.7세로 두 군 간에 유의한 차이를 보이지 않았으며, 흡연율은 거리환경미화원이 196명(49.6%)으로 대조군 54명(37.8%)보다 유의하게 높았다($p<0.05$). 평균 근무기간은 거리환경미화원 16.4±9.3년, 대조군 12.6±8.5년으로 거리환경미화원이 유의하게 길었으며, 주당 근무시간은 거리환경미화원 55.3±10.9시간, 대조군 63.7±13.2시간으로 대조군이 유의하게 길었다($p<0.05$). 신장, 체질량지수, 일과 중 휴식시간 유무 등은 두 군 간에 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다.

상지 부위의 근골격계 증상을 비교하면, 어깨 부위가 거리환경미화원 145명(36.7%), 대조군 31명(21.7%), 팔·팔꿈치 부위는 각각 121명(30.6%), 4명(2.8%), 손·손목은 각각 104명(26.3%), 6명(4.2%)으로 거리환경미화원이 대조군보다 통계적으로 유의하게 높았다($p<0.05$). 허리 부위 증상은 거리환경미화원 148명(37.5%), 대조군 31명(21.7%)이었으며, 무릎 부위는 각각 106명(26.8%), 17명(11.9%)으로 거리환경미화원에서 통계적으로 유의하게 높았다($p<0.05$). 목 부위 증상은 두 군 간에 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다.

작업 시 자세에 대한 결과를 보면, 일평균 4시간 이상의 입식작업을 한다고 응답한 대상자는 거리환경미화원에서 375명(94.9%)이었고 대조군에서는 없었다. 쪼그려 앉거나 무릎 꿇는 자세에 하루 30분 이상 매일 노출되는 대상자는 거리환경미화원 175명(44.3%), 대조군 5명(3.5%)으로 두 군 간에 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p<0.05$). 작업 시 상지관련 위험 동작에 매일 하루 30분 이상 노출된다고 응답한 대상자들도 모든 항목에서 거리환경미화원이 대조군보다 유의하게 높은 결과를 보였다($p<0.05$). 세부 항목별로 살펴보면, 허리를 구부리거나 젓히거나 비트는 자세는 각각 344명(87.1%),

Table 1. Characteristics of study subjects

	Street cleaners (N=395)	Control (N=143)	p-value*
General characteristics			
Age(M(SD),years)	49.9±8.5	49.8±6.7	0.900 [†]
≥55(n(%))	125(31.6)	37(25.9)	0.197
<55(n(%))	270(68.4)	106(74.1)	
Height(M(SD),cm)	169.0±5.5	169.2±5.2	0.665 [†]
BMI(M(SD))	23.8±2.5	23.9±2.4	0.677 [†]
≥25(n(%))	95(24.1)	40(28.0)	0.354
<25(n(%))	300(75.9)	103(72.0)	
Smoking(n(%))	196(49.6)	54(37.8)	0.015
Working Hours(M(SD), hours/week)	55.3±10.9	63.7±13.2	0.000 [†]
≥60(n(%))	139(35.2)	83(58.0)	0.000
<60(n(%))	256(64.8)	60(42.0)	
Tenure(M(SD), years)	16.4±9.3	12.6±8.5	0.000 [†]
Rest break(n(%))	261(66.1)	87(60.8)	0.262
Musculoskeletal symptoms(n(%))			
Back pain	148(37.5)	31(21.7)	0.001
Knee pain	106(26.8)	17(11.9)	0.000
Neck pain	90(22.8)	28(19.6)	0.427
Shoulder pain	145(36.7)	31(21.7)	0.001
Arm/elbow pain	121(30.6)	4(2.8)	0.000
Wrist/hand pain	104(26.3)	6(4.2)	0.000
Ergonomic risk factors[‡] (n(%))			
Bending or twisting waist	344(87.1)	16(11.2)	0.000
Kneeling or squatting	175(44.3)	5(3.5)	0.000
Bending head forward or backward	325(82.3)	18(12.6)	0.000
Raising arm or hand above shoulder	188(47.6)	2(1.4)	0.000
Reaching arm	256(64.8)	6(4.2)	0.000
Repetitive arm movements	305(77.2)	13(9.1)	0.000
Twisting wrist	283(71.6)	11(7.7)	0.000
Repetitive hand movements	311(78.7)	18(12.6)	0.000
Lifting or carrying	260(65.8)	2(1.4)	0.000
Pulling or pushing	219(55.4)	3(2.1)	0.000
Standing work > 4hours/day	375(94.9)	0(0.0)	0.000

* P-values from chi-square test except age, height, weight, BMI, working hours and tenure(p<0.05).

[†] P-values from independent t-test(p<0.05).

[‡] Ergonomic risk factors mean the burdening works to each body parts more than 30 minutes everyday.

16명(11.2%), 목을 구부리거나 젖히거나 비트는 자세는 거리환경미화원 349명(88.4%), 대조군 48명

(33.6%)이었으며, 손이나 팔을 어깨보다 높게 올리는 자세는 각각 325명(82.3%), 18명(12.6%), 팔을 길게 뻗거나 옆으로 벌린 자세는 각각 188명(47.6%), 2명(1.4%), 팔을 반복해서 움직이는 작업은 각각 305명(77.2%), 13명(9.1%), 손목을 구부리거나 젖히거나 비트는 자세는 각각 283명(71.6%), 11명(7.7%), 손 또는 손목을 반복해서 움직이는 작업은 311명(78.7%), 18명(12.6%)으로 조사되었다. 하루 10회 이상의 중량물 취급 작업에 매일 노출되는 비율도 거리환경미화원이 대조군보다 통계적으로 유의하게 높았다(p<0.05). 무거운 물건을 손으로 들거나 나르는 작업은 거리환경미화원 260명(55.4%), 대조군 2명(6.4%)이었으며, 운반도구를 사용하여 무거운 물건을 밀거나 당기는 작업은 각각 219명(55.4%), 3명(2.1%)이었다(Table 1).

3.2. 연구대상의 인간공학적 특성

1) 작업 및 자세 특성

거리환경미화원의 일과를 구성하는 7개 단위 작업별 작업빈도를 비교하면, 리어카 끌기가 하루 8시간 기준 123.6±91.8회로 가장 높은 빈도를 보였으며, 다음으로 쓰레기 버리기 108.0±65.3회, 집게 청소 50.6±19.7회, 빗자루 청소 41.8±36.0회 순이었다. 단위 작업별 평균시간은 집게 청소가 203.9±190.7분으로 가장 많은 시간을 차지하였으며, 다음으로 쓰레기 버리기 104.6±141.6분, 빗자루 청소 94.9±63.0분, 리어카 끌기 30.6±11.4분 순이었다.

거리환경미화원의 일과 중 자세 비율을 비교하면, 걷기가 50.0%로 가장 높은 비율을 차지하였으며, 다음으로 서기 28.0%, 쪼그려 앉기 7.0% 순이었다. 작업별 자세 비율을 보면, 리어카 끌기, 빗자루 청소, 집게 청소는 걷기의 비율이 각각 97.0%, 66.0%, 65.0%로 높았으며, 쓰레기 버리기, 쓰레기 담기는 서기의 비율이 각각 90.0%, 70.0%로 다른 동작에 비해 상대적으로 높았다. 쪼그려 앉기의 비율이 상대적으로 가장 높은 작업은 전단지 제거로서 26%의 비율을 보였다.

신체 각 부위별 불편한 자세(굴곡 또는 회전) 비율을 단위 작업별로 비교하면, 빗자루 청소 시에는 목의 불편한 자세 비율이 70.0%로 가장 높았으며, 다음으로 아래팔, 손, 허리 등의 순이었다. 집게 청소 시에도 목의 불편한 자세 비율이 65.0%로 가장 높았으며, 쓰레기 담기와 쓰레기 버리기 시에도 각각 80.0%와 86.0%로 높은 비율을 보였다. 쓰레기 담기와 쓰레기 버리기를 수행하는 동안에는 목이

Table 2. Ergonomic analysis among street cleaners(N=4)

	Work unit							Total	
	Sweeping with broom	Cleaning with tongs	Packing of garbage	Dumping of garbage	Removing of flyer	Pulling of handcart	Standby		
Frequency(M(SD)/8hours)	41.8(36.0)	50.6(19.7)	108.0(65.3)	19.5(9.2)	9.7(-)	123.6(91.8)	37.0(13.4)	390.2	
Time(M(SD)/8hours, min)	94.9(63.0)	203.9(190.7)	104.6(141.6)	17.0(13.2)	4.1(-)	30.6(11.4)	24.9(14.9)	480.0	
Work-posture during daily work(%)									
Standing	13.0	27.0	70.0	90.0	52.0	3.0	-	28.0	
Squatting	9.0	8.0	5.0	5.0	26.0	-	-	7.0	
Walking	66.0	65.0	23.0	4.0	22.0	97.0	-	50.0	
Awkward posture* of body parts during daily work(%)									
Neck	70.0	65.0	80.0	86.0	56.0	10.0	-	70.0	
Upper arm	Right	22.0	28.0	61.0	42.0	48.0	52.0	-	33.0
	Left	19.0	2.0	34.0	33.0	30.0	26.0	-	19.0
Lower arm	Right	59.0	40.0	89.0	81.0	74.0	64.0	-	61.0
	Left	57.0	36.0	91.0	80.0	91.0	68.0	-	60.0
Hand	Right	55.0	56.0	72.0	77.0	57.0	62.0	-	61.0
	Left	57.0	42.0	80.0	64.0	39.0	51.0	-	56.0
Back	43.0	58.0	62.0	60.0	22.0	6.0	-	48.0	

* Awkward postures include flexion or rotation or flexion & rotation of the parts of body during daily work.

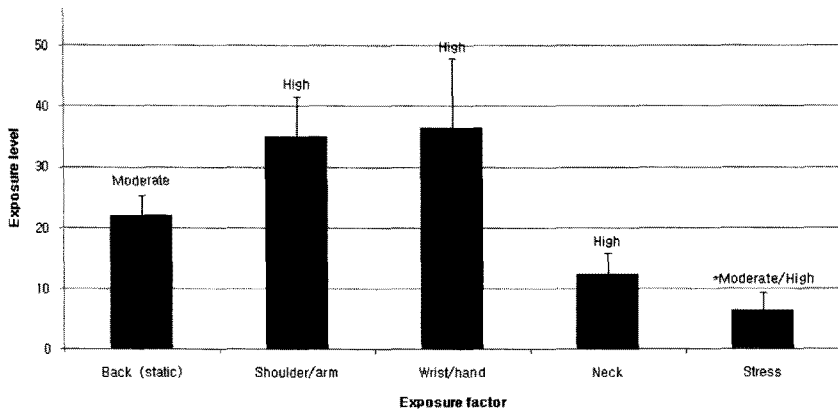


Fig. 1. Ergonomic analysis using QEC among street cleaners (N=4).

* Moderate/High means that between the moderate and high exposure level.

외에도 아래팔의 불편한 자세가 80% 이상의 높은 비율을 보였으며, 손의 불편한 자세 비율도 다른 작업들에 비해 상대적으로 높았다. 전단지 제거 시에는 특징적으로 왼손 아래팔의 불편한 자세 비율이 91.0%로 가장 높았으며, 리어카 끌기 시에는 위팔, 아래팔, 손 등 상지의 불편한 자세 비율이 다른 부위에 비해 높은 것으로 나타났다(Table 2).

2) QEC 분석

QEC 분석에 따른 노출 수준을 보면, 어깨와 팔

(35±3.3), 손과 손목 부위(36.5±11.4), 목(12.5±3.4) 부위는 높은 수준(high)을 나타냈으며, 허리(22±3.3)는 보통 수준(moderate)에 해당하였다. 정신적 부하(6.5±2.9)는 높은 수준과 보통 수준의 중간 단계에 해당하였다(Fig. 1).

3) 작업도구 특성

거리의 쓰레기를 한 곳으로 모으는 데 사용되는 대빗자루는 알루미늄 재질로 제작되었으며, 총 길이 223cm, 봉 길이 105cm, 무게 1.1Kg이었다. 바닥

의 쓰레기를 집는 데 사용되는 집게는 철 재질로 제작되었으며, 총 길이 78cm, 너비 3cm, 벌어짐 각도 32°, 무게 0.1Kg이었다. 쓰레기 담기 작업에는 소빏자루와 쓰레받기가 사용되는데, 소빏자루는 봉 길이 75cm, 솔 너비 27cm, 무게 0.2Kg의 플라스틱 재질로 제작되었으며, 쓰레받기는 봉 길이 79cm, 손잡이 길이 13cm, 쓰레받기 부분 아랫너비 36cm, 윗너비 28cm, 길이 37cm, 무게 0.9Kg로 구성되었다. 이동 및 운반 수단으로 사용되는 리어카는 손잡이 길이 93cm, 손잡이 너비 40cm, 프레임 길이 110cm, 프레임 너비 73cm, 프레임 깊이 66cm, 바퀴 반지름 30cm이었다.

3.3. 거리환경미화원의 대조군에 대한 근골격계 증상의 비차비

거리환경미화원과 대조군의 신체 각 부위별 근골격계 증상을 비교한 결과, 목 부위를 제외한 모든 부위의 근골격계 증상 비차비가 거리환경미화원에서 높았다. 대조군에 대한 거리환경미화원의

근골격계 증상 비차비는 팔·팔꿈치가 18.84(95% 신뢰구간: 6.56~54.12)로 가장 높았으며, 다음으로 손·손목 부위 10.49(95%신뢰구간: 4.29~25.65), 무릎 부위 3.07(95%신뢰구간: 1.68~5.61), 허리 부위 2.47(95%신뢰구간: 1.52~4.03), 어깨 부위 2.32(95%신뢰구간: 1.42~3.78) 순으로 거리환경미화원의 근골격계 증상에 대한 비차비가 높았다(Fig. 2).

3.4. 거리환경미화원의 근골격계 증상 관련 요인

거리환경미화원 내의 근골격계 증상 관련 요인을 살펴보면, 모든 신체 부위 근골격계 증상의 비차비가 휴식시간이 없는 거리환경미화원에서 더 높은 것으로 나타났다. 신체 각 부위별로 비교하면 팔·팔꿈치 부위가 3.37(95%신뢰구간: 2.06-5.49)로 가장 높았으며, 다음으로 무릎 부위가 2.66(95%신뢰구간: 1.62-4.38), 손·손목 부위 2.26(95%신뢰구간: 1.38-3.72), 목 부위 2.12(95%신뢰구간: 1.28-3.52), 허리 부위 1.99(95%신뢰구간: 1.27-3.10), 어깨 부위 1.94(95%신뢰구간: 1.24-3.06)순이었다. 또한 어깨 부위를 제외한 모든 신체 부위에서 인간 공학적 위험요인에 노출된 거리환경미화원의 근골격계 증상 비차비가 더 높았다. 팔·팔꿈치 부위가 9.87(95%신뢰구간: 3.75-25.95)로 가장 높았으며, 다음으로 손·손목 부위 5.35(95%신뢰구간: 2.53-11.32), 무릎 부위 3.17(95%신뢰구간: 1.94-5.17), 허리 부위 2.99(95%신뢰구간: 1.09-8.20), 목 부위 2.25(95%신뢰구간: 1.00-5.06)순이었다. 그 외 과체중군의 어깨 부위와 목 부위의 근골격계 증상에 대한 비차비가 각각 2.02(95%신뢰구간: 1.24-3.28)와 1.98(95%신뢰구간: 1.15-3.40)이었으며, 흡연군의 무릎 부위 1.63(95%신뢰구간: 1.00-2.65), 55세 이상 연령군의 허리 부위와 손·손목 부위가 각각 0.57

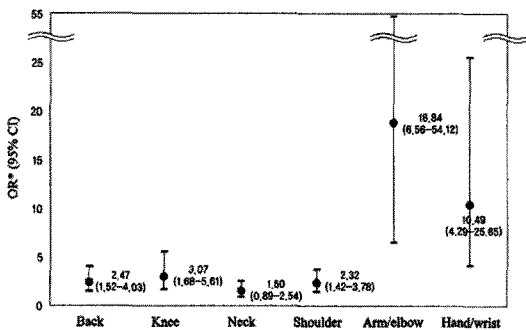


Fig. 2. Odds ratios of street cleaners compared to control group for musculoskeletal symptoms.

* Adjusted by age, BMI, smoking and working conditions (rest break, working hours, tenure).

Table 3. Related factors to musculoskeletal symptoms among street cleaners : multiple logistic regression analysis(N=395)

		Adjusted OR(95% CI)					
		Back	Knee	Neck	Shoulder	Arm/elbow	Hand/wrist
Age	55 ≤ / <55	0.57(0.35-0.92)	0.97(0.56-1.67)	0.78(0.43-1.41)	0.79(0.49-1.28)	0.63(0.37-1.09)	0.33(0.18-0.61)
BMI	25 ≤ / <25	0.92(0.56-1.51)	1.03(0.59-1.80)	1.99(1.16-3.43)	1.97(1.21-3.20)	1.07(0.62-1.83)	1.19(0.68-2.07)
Smoking	yes / no	1.34(0.87-2.05)	1.63(1.00-2.65)	1.44(0.88-2.37)	1.18(0.77-1.82)	1.27(0.79-2.04)	1.54(0.94-2.52)
Weekly working hours	60 ≤ / <60	0.77(0.49-1.21)	0.70(0.42-1.17)	1.39(0.84-2.30)	0.66(0.42-1.05)	0.85(0.52-1.41)	0.87(0.52-1.45)
Rest break	no / yes	1.99(1.27-3.10)	2.66(1.62-4.38)	2.12(1.28-3.52)	1.94(1.23-3.06)	3.37(2.06-5.49)	2.26(1.38-3.72)
Ergonomic risk factor*	yes / no	2.99(1.09-8.20)	3.17(1.94-5.17)	2.25(1.00-5.06)	1.53(0.99-2.35)	9.87(3.75-25.95)	5.35(2.53-11.32)

* Ergonomic risk factors mean the burdening works to each body parts more than 30 minutes everyday. We set up standards of ergonomic risk factors as follows, in case of back subjects who expose to 'bending or twisting waist' or 'lifting or carrying', in case of knee 'kneeling or squatting', in case of neck 'head bending forward or backward', in case of shoulder 'raising arm of hand above shoulder', in case of arm · elbow 'reaching arm' or 'repetitive arm movements', in case of hand · wrist 'twisting wrist' or 'repetitive hand movements'.

(95%신뢰구간: 0.35~0.92)과 0.33(95%신뢰구간: 0.18~0.61)으로 의미 있는 결과를 보였다(Table 3).

4. 고찰

본 연구에서 거리환경미화원은 운전직과 경비직으로 구성된 대조군에 비해 작업 시 인간공학적 위험요인에 대한 노출 비율이 현저히 높았고, 목 부위를 제외한 신체 각 부위의 근골격계 증상 호소율도 유의하게 높은 것으로 나타났다.

먼저 거리환경미화원의 근골격계 증상 호소율을 살펴보면 상지 부위 44.2%, 허리 부위 37.5%, 하지(무릎) 부위 26.8%로 조사되었으며, 이는 Myong 등³⁾이 동일 기준으로 보고한 연구결과인 상지 부위 43.2%, 허리 부위 31.1%, 하지 부위 30.8%와 유사한 수준이었다.

신체 각 부위별 증상 호소율을 비교하면 허리 부위가 37.5%로 가장 높았는데, 일반적으로 허리 통증은 고령, 흡연 등의 개인적 요인과 중량물 취급 작업 등의 인간공학적 요인이 작용하는 경우 만성화될 가능성이 높은 것으로 알려져 있다^{11,12)}. 설문조사결과에 따르면 본 연구의 높은 허리 증상 호소율은 연령, 흡연 등의 개인적인 요인보다는 '허리를 구부리거나 젖히거나 비트는 자세' 또는 '무거운 물건을 손으로 들거나 나르는 작업' 등의 인간공학적 요인이 보다 크게 작용하였기 때문인 것으로 생각된다. 다중 로지스틱 회귀분석 결과에서도 허리의 불편한 자세와 중량물 취급 작업에 노출되는 거리환경미화원의 허리 통증 위험도가 2.99배 높은 것으로 나타나 이와 같은 결과를 뒷받침해 준다. 한편 Tissot 등¹³⁾은 자기 의지에 따라 앉을 수 있는 사람에 비해 지속적으로 서서 근무하는 사람에서 약 1.67배, 주로 걸으면서 근무하는 사람에서 약 1.62배 정도 허리 통증 호소율이 증가한다고 보고하였다. 본 연구의 거리환경미화원의 자세 분석 결과에서도 일과 중 걷기와 서기 등의 입식작업 비율이 약 80%에 해당하여 높은 허리 증상 호소율을 보인 한 요인으로 작용하였을 것으로 여겨진다.

또한 거리환경미화원은 무릎부위의 근골격계 증상 호소율이 대조군보다 약 3.07배 높은 것으로 나타났는데, 이는 Dahaghin 등¹⁴⁾에 따르면 쪼그려 앉는 동작(squatting)에 지속적으로 노출되는 경우 무릎 골관절염의 위험이 1.5배(95%신뢰구간: 1.12~2.04) 증가하는 것으로 보고한 것과 유사한 결과가

다. 그러나 자세분석 결과 일과 중 쪼그려 앉는 동작에 노출되는 비율은 평균 7%에 불과하였다. 하지만, 전단지 제거 작업의 경우 일과 중 26%에 해당되는 시간 동안 쪼그려 앉는 상태로 작업을 하는 것으로 분석되어 무릎 부위 근골격계 증상을 악화시킬 수 있는 요인 중 하나로 생각되며, 서서 일하는 작업 및 천천히 걷는 작업을 장시간 수행하는 것도 무릎의 증상 악화와 관련이 있는 것으로 보고되고 있다¹⁵⁾.

본 연구에서 다른 부위에 비해 거리환경미화원의 손·손목 부위와 팔·팔꿈치 부위 등 상지 부위의 근골격계 증상 호소율이 대조군보다 현저하게 높게 나타났다. 이는 거리환경미화원의 업무에 상지 부담 작업 비율이 타 직종보다 높다는 것을 보여주는 결과이며, 본 연구의 거리환경미화원에 대한 인간공학적 위험요인에 대한 설문조사와 자세분석 및 QEC 분석에서도 상지 부위의 높은 작업 부하를 보여주어 이와 같은 결과를 뒷받침해 준다. 한편, Yang 등⁴⁾의 연구에서는 사무직 대조군에 비해 환경미화원의 팔꿈치·손목 부위 증상 호소율이 2.34배 증가하는 것으로 보고하여, 본 연구 결과와는 상당한 차이를 보였다. 이러한 차이는 본 연구의 대조군인 운전직 및 경비직에 비해 Yang 등⁴⁾의 연구에서 대조군인 사무직종이 컴퓨터 작업 등의 상지 반복 작업에 노출될 가능성이 더 높았기 때문인 것으로 생각된다. 한편 자세 분석에서 목 부위의 불편한 자세 비율이 70%에 달하였는데, 증상 호소율은 거리환경미화원에서 22.8%로 기타 신체 부위에 비해 높지 않은 비율을 보였으며 대조군의 19.6%와도 큰 차이를 보이지 않았다. 이와 같은 결과는 선행 연구^{16,17)}를 통해 목 증상 호소율이 높은 것으로 알려진 버스 운전직의 비율이 대조군의 72.7%를 구성하는 것이 한 요인으로 작용하는 것으로 보이며, 실제로 대조군에 포함된 버스 운전직의 목 부위 증상 호소율은 26.0%에 달하여 오히려 거리환경미화원보다 높았다. 따라서 보다 정확한 평가를 위해서는 적절한 대조군의 선정과 함께 거리환경미화원에 적합한 인간공학적 평가방법을 찾아 추가 연구가 필요할 것으로 생각한다.

거리환경미화원의 신체 각 부위의 높은 증상 호소율은 인간공학적 평가 결과에 의해서도 설명된다. 자세분석 결과, 목 부위가 일과 중 70%, 다음으로 손 및 아래팔 부위가 약 60%, 허리 부위가 48.0% 노출되는 것으로 나타났으며, 단위작업 별로는 큰 차이를 보이지 않았으며, 이는 선행연구와 약간의

차이가 있었다. Lee 등⁵⁾의 분석에서는 머리·목의 굴곡 및 비틀림 비율이 60.3%, 아래팔 부위 굴곡 비율은 60.4%, 허리 부위의 굴곡 및 비틀림 비율은 58.4%의 결과를 보였는데, 본 연구 결과와 비교하면 머리·목 및 허리 부위 결과에서 각각 10% 정도 차이를 보였다. 허리의 경우를 예를 들면 Lee 등⁵⁾은 60° 이상 굴곡을 부적절한 자세로 판단하였으나 본 연구에서는 그 기준을 90° 이상 굴곡으로 정하였기 때문에 부적절한 자세 비율이 더 낮았다.

종합적인 평가도구인 QEC 분석 결과, 거리환경미화원은 어깨와 팔, 손과 손목, 목 부위에서 평균적으로 12.5~36.5점의 높은 수준을 나타내었다. 절대적인 비교는 어렵지만 이 결과는 Myong 등³⁾이 보고하였던 거리환경미화원의 RULA(Rapid Upper Limb Assessment; 이하 RULA) 총점 평균 3.9점(2단계)과 비교하면 큰 차이를 보인다. 즉, Myong 등³⁾의 연구에서 거리환경미화원은 '2단계(계속 추적 관찰 요함)'로 상대적으로 낮은 수준의 위험이 있는 것으로 보고하고 있고, 우리 연구에서는 개선이 시급한 단계로 파악하고 있는 차이점이 있다. 이는 RULA가 거리환경미화직과 같이 다양한 작업을 수행하는 근로자에 대한 평가보다는 동일 작업을 반복하는 제조업 근로자의 상지 평가를 위해 설계된 것으로, 여러 가지 작업을 다양한 빈도와 작업시간으로 수행하는 거리환경미화원의 작업을 평가하는 데는 적절하지 않기 때문인 것으로 생각된다¹⁸⁾. 본 연구에서 사용한 QEC 분석은 원래 작업 분석시 선별(스크리닝)을 목적으로 실시하는 일반성(generality)을 강조한 방법으로 다양한 작업에 대한 근로자의 주관적인 평가를 동시에 반영함으로써 스스로 인간공학적 개선과정에 참여케 할 수 있으며, 중재 지침을 제시하고 중재 효과 또한 파악할 수 있는 장점이 있다^{10,19)}. 그러나 아직까지 거리환경미화원의 작업을 평가하는 데 있어 적합하면서 동시에 정확성(accuracy)을 담보한 인간공학적 평가도구의 개발과 관련해서는 더 많은 연구가 필요할 것으로 생각한다.

한편 Gallagher 등²⁰⁾이 밝혔듯이 부적절한 작업도구의 개선을 통해 불편한 작업 자세를 줄일 수 있다. 특히 본 연구에서 거리환경미화원들의 평균 신장에 대한 표준편차가 약 5.5cm에 달하여, 작업도구에 의해 불편한 자세가 발생할 가능성이 높다. 빗자루, 집게, 쓰레받기 등의 경우, 작업자가 그 길이를 조절할 수 있는 도구를 지급한다면 목과 허리 부위의 지나친 굴곡을 방지하고 팔의 지나친 뻗

을 예방하는데 도움이 될 것으로 생각한다. 또한 청소도구의 손잡이 부분을 덜 미끄럽고 완충성이 있는 소재로 제작하고 필요에 따라 꺾인 손잡이를 제공하면 손·손목 부위의 부담을 덜어 줄 수 있을 것으로 보인다. 집게청소 작업 시에도 손·손목 부위에 과도한 부하를 줄 수 있는데, 집게의 무게를 경량화하고 집게의 구부림 각도를 최소화할 수 있는 방아쇠(trigger) 타입을 사용하면 도움이 될 것으로 생각된다. 쓰레기를 운반할 시에는 적재용량을 초과하지 않게 하고 카트나 리어카에 이동성이 좋은 바퀴를 장착하면 중량물 취급으로 인한 신체 각 부위의 부담을 줄일 수 있을 것이다²¹⁾.

한편 거리환경미화원만을 대상으로 수행된 다중로지스틱 회귀분석 결과, 인간공학적 위험요인에 대한 노출 외에도 휴식시간의 부족, 비만도, 흡연 등이 증상 유병률을 증가시키는 것으로 나타나, 다양한 작업관련 요인과 개인적 위험요인의 관리에 관심을 기울일 필요가 있다. Carter 등²²⁾은 장시간의 작업시간 동안 발생한 운동 및 정적인 근육 피로도와 긴, 신경, 근육 등의 염증과 혈액 순환 저하 등이 휴식시간을 통해 회복됨으로써 근골격계 증상 등이 완화될 수 있다고 주장하였다. 많은 선행 연구들에서 이러한 휴식시간의 중요성을 입증하였으며^{23,24)}, 특히 일과 중 짧지만 잦은 휴식시간이 많을 경우 근골격계 증상을 완화시키는 효과가 더 높은 것으로 보고하였다^{25,26)}. 본 연구에서도 업무관련 요인 중에서 일과 중 휴식시간이 있다고 응답한 거리환경미화원의 신체 각 부위 근골격계 증상 호소율이 유의하게 낮은 것으로 나타났으며, 반면에 주당 근무시간은 통계적으로 유의한 결과를 보이지 않았다. 이러한 결과는 근무시간이 길더라도 적절한 휴식시간이 주어질 경우 만성적인 근골격계 증상으로 진행될 가능성이 상대적으로 낮아지기 때문인 것으로 생각된다.

거리환경미화원의 근골격계 증상을 증가시키는 개인적 요인으로는 허리와 손·손목 부위의 연령, 목과 어깨 부위의 체질량지수와 무릎 부위의 흡연 여부가 관련성이 있는 것으로 나타났다. 일반적으로 연령이 높을수록 근골격계 증상은 증가하는 것으로 알려져 있지만, 본 연구에서는 상반된 결과를 보여주었다. 이는 장기 근로자들이 업무숙련도가 높아 위험요인에 더 적게 노출되었거나 '건강노동자 효과(healthy worker effect)'가 작용하였을 것으로 추측된다. 하지만 정확한 원인 규명을 위해서는 전향적 연구가 필요할 것으로 생각한다. 또한 Wear-

ing 등²⁷⁾은 비만도가 높을수록 운동 중 이탈된 역학 작용을 수행하여 결합조직 내에 과도한 스트레스를 상승시킴으로써 근골격계 질환에 대한 잠재력을 상승시킨다고 주장하였다. Roquelaure 등²⁸⁾은 비만인 남성에서 상지의 근골격계 질환 위험도가 2.2배 상승하는 것으로 보고하였으며, 이는 본 연구와 유사한 결과이다. 또한 Lincoln 등²⁹⁾은 흡연이 무릎 반월판 손상 위험도를 증가시키는 것으로 보고하였는데, 본 연구에서도 흡연자의 무릎 부위 근골격계 증상 위험도가 1.86배 증가하는 것으로 나타났다.

본 연구의 제한점으로는 첫째, 단면연구로 수행되었기 때문에 근골격계 증상에 대한 업무관련성에 대한 인과관계를 확정할 수는 없다. 특히 본 연구에서 근골격계 증상과 연관성이 뚜렷하지 않았던 근무기간, 근무시간 등의 노동 강도와 관련된 변수의 관련성을 밝히기 위해서는 향후 전향적 연구가 필요할 것으로 생각한다. 둘째, 본 연구 대상자들은 서울과 경기·충청 지역의 일부 거리환경미화원만을 대상으로 하였기 때문에, 전체 거리환경미화원으로 일반화시키기에는 한계가 있다. 그러나 결과는 제시하지 않았지만 본 연구대상이 속한 각 지역 별로 인간공학적 위험 분포의 차이는 없었다. 따라서 전국 지방자치단체 소속 거리환경미화원의 업무는 크게 다르지 않아 이와 같은 영향은 크지 않을 것으로 생각된다. 또한 인간공학적 평가의 대상이 4명으로 다소 부족하다는 문제점이 있지만, 이점은 추후 연구에서 보완할 예정이다. 셋째, 설문조사 응답률이 85.6%로서 근골격계 증상에 대해 선택바이어스가 작용하였을 가능성이 있다. 하지만 환경미화원을 대상으로 한 국내 타 연구와 비교하면 이보다 더 낮거나 비슷한 수준으로서, 본 연구에서 응답자선택바이어스(respondent selection bias)로 인한 과대평가 가능성은 높지 않을 것으로 생각한다. 넷째, 근골격계 증상 및 위험요인에 대한 주관적인 설문조사로 진행되어 그 유병률이 과대평가되었을 가능성이 있다. 하지만 거리환경미화원과 대조군의 평가방법이 동일하여 근골격계 증상에 대한 비차비에는 영향을 미치지 않았을 것으로 생각한다.

본 연구의 의의는 첫째, 적절한 대조군을 선정하여 국내 거리환경미화원의 근골격계 위험요인을 파악함과 동시에 인간공학적 평가를 수행한 포괄적인 연구라는 점이다. 지금까지 거리환경미화원에 대한 연구는 국내외 모두 드문 편이었고 국내에서는

대조군과 증상 및 위험요인들을 비교한 연구는 없었다. 둘째, 인간공학적 평가에서도 단위작업으로 구분하여 각 신체 부위별로 작업 및 자세 분석을 수행하였으며, QEC 분석을 시행함으로써 근로자 스스로 인간공학적 개선 과정에 참여할 수 있는 가능성을 열었다. 기존 평가도구를 사용한 국내 선행 연구의 경우 높은 근골격계 증상에 비해 인간공학적 평가 결과 그 위험도가 상대적으로 적은 편으로 나타났다. 셋째, 다중 로지스틱 회귀분석을 통해 거리환경미화원의 휴식시간, 작업도구, 인간공학적 요인 등의 중재 가능한 직업적 요인을 평가하였고, 동시에 비만, 흡연 등의 개인적 요인에 대한 평가도 포함시킴으로써 거리환경미화원의 근골격계 질환에 대한 포괄적인 중재 방안 수립에 도움이 될 것으로 생각한다.

5. 고 찰

본 연구에서 거리환경미화원은 목을 제외한 신체 모든 부위의 인간공학적 위험요인에 과도하게 노출되는 작업관련 근골격계 질환의 고위험군으로 확인되었으며, 휴식시간 유무, 인간공학적 요인 등의 직업적 요인이 근골격계 증상에 중요한 역할을 하는 것으로 조사되었다. 따라서 거리환경미화원에 대한 적절한 휴식시간의 안배, 인간공학적으로 설계된 작업도구의 지급 등을 통한 직업적 요인에 대한 종합적인 중재가 가장 시급하며, 추가로 흡연, 비만 등의 개인적 위험 요인에 대한 교육도 함께 수행되어야 할 것으로 생각한다.

감사의 글 : 본 연구는 2008년도 단국대학교 교내연구비의 지원으로 수행되었음.

참고문헌

- 1) Korean Statistical Information Service, "Current state of employment in Korea", Available: <http://laborstat.molab.go.kr>, 2008.
- 2) Statistics Korea, "Labor condition according to occupation", Available: <http://www.kostat.go.kr>, 2008.
- 3) J.P. Myong, H.K. Lee, H.R. Kim, H.S. Jung, E.H. Jeong, W. Nam, J.W. Koo, "Musculo-skeletal symptoms of municipal sanitation workers and ergonomic evaluation on upperlimb", Korean J. Occup. Environ. Med., Vol. 20, No. 2, pp. 93~103, 2008.
- 4) C.Y. Yang, W.T. Chang, H.Y. Chuang, S.S. Tsai, T.N.

- Wu, F.C. Sung, "Adverse health effects among household waste collectors in Taiwan", *Environ. Res.*, Vol. 85, No. 3, pp. 195~199, 2001.
- 5) H.K. Lee, J.P. Myong, E.H. Jeong, H.S. Jung, J.W. Koo, "Ergonomic workload evaluation and musculoskeletal symptomatic features of street cleaners", *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, Vol. 26, No. 4, pp. 147~152, 2007.
 - 6) Korea Occupational Safety and Health Agency, "KOSHA Code H-30-2008", Available: <http://www.kosha.net/shdb/common/getFile.jsp?contentId=4112&index=1>, 2008.
 - 7) W.M. Keyserling, "Postural analysis of the trunk and shoulders in simulated real time", *Ergonomics*, Vol. 29, No. 4, pp. 569~583, 1986.
 - 8) T.K. Foreman, J.D.G. Troup, "Diurnal variation in spinal loading and the effects on stature: a preliminary study of nursing activities", *Clinical biomechanics*, Vol. 2, No. 1, pp. 48~54, 1987.
 - 9) M.K. Chung, I.S. Lee, D.H. Kee, "Assessment of postural load for lower limb postures based on perceived discomfort", *Industrial Ergonomics*, Vol. 31, No. 1, pp. 17~32, 2003.
 - 10) G. David, V. Woods, P. Buckle, "Further development of the usability and validity of the Quick Exposure Check(QEC)", Available: <http://www.hse.gov.uk/research>, 2005.
 - 11) E.W. Bakker, A.P. Verhagen, C. Lucas, H.J. Koning, B.W. Koes, "Spinal mechanical load: a predictor of persistent low back pain? A prospective cohort study", *Eur. Spine J.*, Vol. 16, No. 7, pp. 933~941, 2007.
 - 12) G. Byrns, G. Reeder, G. Jin, K. Pachis, "Risk factors for work-related low back pain in registered nurses, and potential obstacles in using mechanical lifting devices", *J. Occup. Environ. Hyg.*, Vol. 1, No. 1, pp. 11~21, 2004.
 - 13) F. Tissot, K. Messing, S. Stock, "Studying the relationship between low back pain and working postures among those who stand and those who sit most of the working day", *Ergonomics*, Vol. 52, No. 11, pp. 1402~1418, 2009.
 - 14) S. Dabaghin, S.A. Tehrani-Banihashemi, S.T. Faezi, A.R. Jamshidi, F. Davatchi, "Squatting, sitting on the floor, or cycling: are life-long daily activities risk factors for clinical knee osteoarthritis? Stage III results of a community-based study", *Arthritis Rheum.*, Vol. 61, No. 10, pp. 1337~1342, 2009.
 - 15) Occupational Health Clinics for Ontario Workers Inc., "Working on your feet", Available: http://www.ohcow.on.ca/resources/handbooks/working_on_your_feet/working_on_your_feet.pdf, 2005.
 - 16) M.L. Magnusson, M.H. Pope, D.G. Wilder, B. Areskoug, "Are occupational drivers at an increased risk for developing musculoskeletal disorders?", *Spine*, Vol. 21, No. 6, pp. 710~717, 1996.
 - 17) B. Rehn, T. Nilsson, B. Järholm, "Neuromusculoskeletal disorders in the neck and upper extremities among drivers of all-terrain vehicles-a case series", *BMC Musculoskelet. Disord.*, Vol. 5, No. 1, pp. 1~7, 2004.
 - 18) L. McAtamney, E. Nigel Corlett, "RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders", *Appl. Ergon.*, Vol. 24, No. 2, pp. 91~99, 1993.
 - 19) G. David, V. Woods, G. Li, P. Buckle, "The development of the Quick Exposure Check(QEC) for assessing exposure to risk factors for work-related musculoskeletal disorders", *Appl. Ergon.*, Vol. 39, No. 1, pp. 57~69, 2008.
 - 20) S. Gallagher, "Physical limitations and musculoskeletal complaints associated with work in unusual or restricted postures: A literature review", *J. Safety Res.*, Vol. 36, No. 1, pp. 51~61, 2005.
 - 21) California Department of Industrial Relations, "Working Safer and Easier for Janitors, Custodians, and Housekeepers", Available: http://www.dir.ca.gov/dosh/dosh_publications/Janitors.pdf, 2005.
 - 22) J.B. Carter, E.W. Banister, "Musculoskeletal problems in VDT work: a review", *Ergonomics*, Vol. 37, No. 10, pp. 1623~1648, 1994.
 - 23) R.A. Henning, P. Jacques, G.V. Kissel, A.B. Sullivan, S.M. Alters-Webb, "Frequent short rest breaks from computer work: effects on productivity and well-being at two field sites", *Ergonomics*, Vol. 40, No. 1, pp. 78~91, 1997.
 - 24) S.G. Van den Heuvel, M.P. de Looze, V.H. Hildebrandt, K.H. Thé, "Effects of software programs stimulating regular breaks and exercises on work-related neck and upper-limb disorders", *Scand. J. Work Environ. Health*, Vol. 29, No. 2, pp. 106~116, 2003.
 - 25) T.L. Galinsky, N.G. Swanson, S.L. Sauter, J.J. Hurrell, L.M. Schleifer, "A field study of supplementary rest breaks for data-entry operators", *Ergonomics*, Vol. 43, No. 5, pp. 622~638, 2000.

- 26) T. Galinsky, N. Swanson, S. Sauter, R. Dunkin, J. Hurrell, L. Schleifer, "Supplementary breaks and stretching exercises for data entry operators: a follow-up field study", *Am. J. Ind. Med.*, Vol. 50, No. 7, pp. 519~527, 2007.
- 27) S.C. Wearing, E.M. Hennig, N.M. Byrne, J.R. Steele, A.P. Hills, "Musculoskeletal disorders associated with obesity: a biomechanical perspective", *Obes. Rev.*, Vol. 7, No. 3, pp. 239~250, 2006.
- 28) Y. Roquelaure, C. Ha, C. Rouillon, N. Fouquet, A. Leclerc, A. Descatha, A. Touranchet, M. Goldberg, E. Imbernon, "Risk factors for upper-extremity musculoskeletal disorders in the working population", *Arthritis Rheum.*, Vol. 61, No. 10, pp. 1425~1434, 2009.
- 29) A.E. Lincoln, G.S. Smith, P.J. Amoroso, N.S. Bell, "The effect of cigarette smoking on musculoskeletal-related disability", *Am. J. Ind. Med.*, Vol. 43, No. 4, pp. 337~349, 2003.