

대기오염물질 측정 근로자의 근골격계 증상 평가 사례

김재형¹ · 김기연^{1,2*}

¹서울과학기술대학교 융합과학대학원, ²서울과학기술대학교 안전공학과

Case Study on the Musculoskeletal Symptoms of Worker Engaged in Measuring Air Pollutants

Jae Hyeong Kim¹ · Ki Youn Kim^{1,2*}

¹Graduate School of Convergence Science, Seoul National University of Science and Technology

²Department of Safety Engineering, Seoul National University of Science and Technology

ABSTRACT

Objectives: The research was conducted to present basic data for the improvement of the working environment in the future by investigating and evaluating the occurrence status of musculoskeletal disorders of workers measuring air pollutants.

Methods: The degree of physical burden and musculoskeletal symptoms of measurement work were identified by conducting a survey of the musculoskeletal hazards of workers who measured air pollutants through the questionnaire. And for ergonomic precision evaluation, the measurement work was divided into four stages and REBA and RULA were evaluated for positions with the highest physical load.

Results: The musculoskeletal hazard survey found that the higher the height of the chimney, the greater the physical burden (difficult, very difficult), and the more inappropriate the workplace and height are among the most difficult causes of the current work. 78% of the respondents said they had never heard of the musculoskeletal hazard survey, and only 6.1% of them attended the musculoskeletal hazard survey in the past. 34.1 percent of the surveyed said they felt pain or discomfort, with 33.3 percent of them having back pain. Most of the detailed symptom surveys of pain duration, pain level, pain incidence over the past year, and past treatment history also showed high back symptoms.

Conclusions: It was determined that improving the working environment of atmospheric measurement workers would require efforts from both policy support, measurement companies and companies requesting measurement.

Key words: musculoskeletal systems, ergonomics, atmospheric measurement workers, air prevention facilities

I. 조사 개요

대기환경에 대한 관심과 관리가 지속적으로 증가하면서 오염물질 측정기준, 측정대상 오염물질 종류, 측정기준 정확성 등에 많은 관리가 요구되고 있다. 따라서 이

로 인한 수요가 늘어 측정인력의 부담은 계속 증가하고 있으나 측정 인력에 대한 안전보건 측면에서의 관리는 미흡한 상황이다. 측정 업무는 대기배출시설의 굴뚝에서 배출되는 대기오염물질을 시료 포집 시간, 포집 방법 등 정해진 기준에 따라 진행을 해야 한다. 또한 일

*Corresponding author: Ki-Youn Kim, Tel: 02-970-6376, E-mail: kky5@seoultech.ac.kr
232 Gongneung-ro, Nowon-gu, Seoul 01811

Received: October 25, 2024, Revised: November 19, 2024, Accepted: December 10, 2024

 Jae-Hyeong Kim <http://orcid.org/0000-0001-9517-2402>

 Ki-Youn Kim <http://orcid.org/0000-0001-6889-8548>

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

근로시간인 8시간 동안 대부분 외부에서 진행이 되며 측정 장비 무게에 의한 무리한 힘 부하도 발생이 된다. 그리고 여러 사업장의 굴뚝을 반복적으로 오르내릴 뿐만 아니라 외부날씨의 영향, 협소한 장소에서의 측정 등으로 인하여 측정작업 진행시 신체적 부담과 피로도가 발생 되고 있다. 특히, 작업장소가 고정적이지 않고 여러 환경에 노출되어 있는 비정형 작업이 대부분으로 근골격계 유해요인 조사도 제대로 진행되지 않는 실정이다.

현재 진행되는 근골격계 유해요인 조사를 보더라도 대부분 일정한 작업 형태나 작업 방법 등을 가진 정형 작업 중심으로 진행되고 있으며 주로 제조업 위주로 진행되고 있다. 제조업을 제외한 서비스업, 측정업 등 다양한 산업 현장에서의 업무가 비정형 작업 형태가 많아서 비제조업에 대한 근골격계 유해요인 조사가 미흡한 상황이다. 비정형 작업의 경우에는 작업장소, 작업형태, 작업자세 등이 일정하지 않기 때문에 작업의 형태(작업 시간, 반복횟수, 작업의 강도 등)를 표준화 하여 평가하기 어렵기 때문이다 (Lee et al., 2010).

국내에서 비정형 작업으로 수행된 연구들을 찾아보면 건설근로자(Lee, 2011), 보건의료 종사자(Kim et al., 2012), 보육교사(Lee & Kim, 2024), 철도 기관사(Jeong et al., 2008), 간호사(Seo & Kee, 2005), 소방관(Kang & Kim, 2008) 등 다양한 비정형 작업 근로자에 대한 근골격계 질환 증상 평가 연구는 있으나, 환경 측정업체 근로자 대상으로 한 근골격계 질환에 관한 연구는 전무한 상황이다. 따라서 본 연구는 특정 환경측정업체 근로자들을 대상으로 측정 작업으로 인한 신체에 미치는 영향을 평가하여 근골격계 질환 예방을 위한 작업환경 개선 관련 기초 자료를 제공하고자 한다.

II. 조사 방법

1. 연구 대상

해당 사업장에 협력업체로 참여하는 대기 자가측정 대행업체 7개사에서 근무하는 대기환경 측정근로자 82명을 대상으로 하였으며 추가로 실제 측정 과정을 관찰하며 인간공학적인 정밀평가가 도구를 활용한 평가를 수행하였다. 근골격계 유해요인 조사 및 평가를 위하여 대기오염물질 시료 채취 작업 절차에 대한 조사를 진행하였다. 대기시료 채취 방법은 대기오염공정시험 기준의 배출가스 중 굴뚝 배출 시료채취 방법에 의거하여 진행

이 되고 보통 2인 1조로 작업하며 대부분의 시료채취 과정은 수작업으로 수행되고 있었다.

2. 설문 조사 및 인간공학적인 평가

설문지 기본 구성은 근골격계 부담작업 유해요인조사 지침(KOSHA GUIDE H-9-2018)에서 제공되는 근골격계 증상조사표를 활용하였으며 자가측정 업무 특성이 파악될 수 있도록 추가 항목을 반영하여 재구성하였다. 설문 항목은 작업자 일반정보 사항, 근무환경에 관한 사항, 근골격계질환에 관한 사항으로 구성하였다.

대기 오염물질 시료채취 작업은 신체 전반적인 종합적 평가를 진행하는 것이 적합한 것으로 판단되었다. 따라서 REBA(Rapid Entire Body Assessment)를 가장 적합한 평가도구로 선정하였으며 추가검증을 위해 RULA(Rapid Upper Limb Assessment) 기법을 추가하여 상체부위에 대한 정밀 평가도 진행하였다.

3. 통계 처리

설문 조사 및 현장에서 측정된 자료는 SPSS/WIN 통계 프로그램 22.0을 활용하였다. 기본항목 집계, 설문지 각 개별항목별 분포 집계, 통증정도 집계를 알아보기 위해 빈도, 평균, 백분율, 표준편차와 같은 빈도 분석과 기술통계 분석을 진행하였고, 업무강도 집계, 근골격계유병률(통증정도 등)을 알아보기 위해 교차분석을 실시하였다.

III. 조사결과

1. 근골격계 질환 증상 실태조사 결과

〈Table 1〉과 같이 일반적 사항에 대해 살펴보면 연구 대상자의 성별은 전원 남자로 나타났으며 연령은 평균 31.1 ± 7.3 세로 20대가 57.3%로 과반수 이상이었고 30대가 31.7% 40대가 6.1% 50대 이상이 4.9% 순으로 나타났다. 결혼 여부는 미혼이 82.9%로 압도적으로 높게 나타났고 기혼은 14%로 나타났으며 측정경력은 평균 31.68 ± 44.775 개월로 1년 미만이 39%로 가장 높게 나타났고 다음으로 1~3년 미만이 32.9% 3~5년 미만이 14.6% 5~10년 미만이 6.1% 10년 이상이 7.3%로 나타났다. 흡연은 흡연한 적 없다는 응답이 42.7%로 가장 높았으며 흡연이 37.3%, 끊음이 19.5% 순으로 나타났다. 운동을 하는 경우는 헬스가 32.8%로 가장 높았으며 테니스, 축구 등 스포츠가 21.3%, 게임 등 컴퓨터 관련 활동이 16.4% 순으로 나타났다.

Table 1. General characteristics of subjects

	Classification	N	Ratio (%)	Mean±S.D.
Gender	Male	82	100.0	-
	Female	0	0	
Age	20~29	47	57.3	31.1±7.3
	30~39	26	31.7	
	40~49	5	6.1	
	>50	4	4.9	
Marital status	Married	14	17.1	-
	Single	68	82.9	
Measurement experience	< 1 year	32	39.0	31.7±4.8
	1~3 years	27	32.9	
	3~5 years	12	14.6	
	5~10 years	5	6.1	
	> 10 years	6	7.3	
Smoke	No smoking	35	42.7	-
	Smoking	31	37.8	
	Quit smoking	16	19.5	
Exercise	Once a week	22	26.8	-
	About 2~3 times a week	24	29.3	
	More than 4 times a week	15	18.3	
	Not exercising	21	25.6	
Exercise type (*Respond only when exercising)	Computer-related activities such as games	10	16.4	-
	Sports such as tennis and soccer	13	21.3	
	Fitness	20	32.8	
	Etc.	18	29.5	

〈Table 2〉와 같이 작업환경 특성에 따른 육체적 부담을 살펴보면 하루에 측정하는 방지시설 개수에 따라서는 1개일 경우 힘들 응답이 16.7%, 약간 힘들 16.7%, 견딜만함이 66.7%, 전혀 힘들지 않음이 0.0%로 나타났다. 2~3개 이하에서는 힘들 2.0%, 약간 힘들 24.4%, 견딜만함이 48.9%, 전혀 힘들지 않음이 6.7%로 나타났다. 4~5개 이하에서는 힘들 25.9%, 약간 힘들 25.8%, 견딜만함이 45.2%, 전혀 힘들지 않음이 3.2%로 나타났으나 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다.

하루 근무시간에 따라서는 8시간 이하는 힘들의 응답이 20.9%, 약간 힘들 27.4%, 견딜만함이 46.8%, 전혀 힘들지 않음이 4.8%로 나타났다. 근무시간 8시간 초과에서는 힘들 25.0%, 약간 힘들 15.0%, 견딜만함이 55.0%, 전혀 힘들지 않음이 5.0%로 나타났으나

통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다.

월 평균 휴일에 따라서는 1주일에 두 번은 힘들의 응답이 23.5%, 약간 힘들 19.6%, 견딜만함이 52.9%, 전혀 힘들지 않음이 3.9%로 나타났다. 1주일에 한 번 일 경우에는 힘들 25.0%, 약간 힘들 43.8%, 견딜만함이 31.3%, 전혀 힘들지 않음이 0.0%로 나타났다. 한 달에 두 번일 경우에는 힘들 50.0%, 약간 힘들 50.0%, 견딜만함이 0.0%, 전혀 힘들지 않음이 0.0%로 나타났다. 한 달에 한 번일 경우에는 힘들일 경우에는 7.7%, 약간 힘들 15.4%, 견딜만함이 61.5%, 전혀 힘들지 않음이 15.4%로 나타났다 ($x^2=24.838, p<.05$).

측정작업을 진행하는 굴뚝의 높이에 따라서는 2 m 이하는 힘들 33.3%, 약간 힘들 66.7%, 견딜만함과 전혀 힘들지 않음은 0.0%로 나타났다. 3~10 m에서는 힘들 10.9%, 약간 힘들 29.1%, 견딜만함이 56.4%, 전혀

Table 2. Physical burden according to work environment

Classification		Not difficult at all	Bearable	A bit difficult	Difficult	Very difficult	Total	$\chi^2(p)$
Number of prevention facilities measured per day	One	0 .0%	4 66.7%	1 16.7%	1 16.7%	0 .0%	6 100.0%	2.579 (.958)
	2~3 or less	3 6.7%	22 48.9%	11 24.4%	8 17.8%	1 2.2%	45 100.0%	
	4~5 or less	1 3.2%	14 45.2%	8 25.8%	6 19.4%	2 6.5%	31 100.0%	
Working hours per day	≤8 hours	3 4.8%	29 46.8%	17 27.4%	11 17.7%	2 3.2%	62 100.0%	1.339 (.855)
	>8 hours	1 5.0%	11 55.0%	3 15.0%	4 20.0%	1 5.0%	20 100.0%	
Average holiday per month	Twice a week	2 3.9%	27 52.9%	10 19.6%	10 19.6%	2 3.9%	51 100.0%	24.838* (.016)
	Once a week	0 .0%	5 31.3%	7 43.8%	4 25.0%	0 .0%	16 100.0%	
	Twice a month	0 .0%	0 .0%	1 50.0%	0 .0%	1 50.0%	2 100.0%	
	Once a month	2 15.4%	8 61.5%	2 15.4%	1 7.7%	0 .0%	13 100.0%	
Height of the chimney being measured	2m or less	0 .0%	0 .0%	2 66.7%	1 33.3%	0 .0%	3 100.0%	21.107** (.007)
	3~10m or less	2 3.6%	31 56.4%	16 29.1%	6 10.9%	0 .0%	55 100.0%	
	11~50m or less	2 8.3%	9 37.5%	2 8.3%	8 33.3%	3 12.5%	24 100.0%	
Total		4 4.9%	40 48.8%	20 24.4%	15 18.3%	3 3.7%	82 100.0%	

* $p < .05$, ** $p < .01$

힘들지 않음이 3.6%로 나타났다. 11~50 m에서는 힘들 이 45.8%, 약간 힘들 이 8.3%, 견딜만함 이 37.5%, 전혀 힘들지 않음이 8.3%로 나타났다 ($\chi^2=21.107$, $p<.01$).

2. 인간공학적 평가 결과

대기오염물질 자가측정 작업 시작 단계부터 종료까지 의 작업 과정을 4단계로 구분하였으며(Figure 1) 참조), 각 단계별로 정밀평가를 진행하였다. 평가대상으로 선정된 작업공정 중에서 작업 부하가 가장 많이 걸리는 자세 및 가장 빈번하게 행해지는 자세를 중심으로 평가를 진행하였다.

평가는 REBA와 RULA 기법을 활용하여 진행하였다.

〈Table 3〉에 제시된 바와 같이 평가를 진행한 4가지 작업 모두 개선조치가 필요하거나 계속 추적관찰이 필 요한 것으로 평가되었다. 평가방법에 따른 결과를 살펴 보면 상지(팔/팔꿈치)를 중심으로 평가하는 RULA에 비 해 전신에 대한 부담 정도를 평가하는 REBA의 점수가 더 높게 평가되었다. 유해요인 조사결과 부위별 유병률 에서도 상지 부분이 허리 및 다리보다 낮게(허 리:33.3%, 다리/발:18.8%, 손/손목/손가락:16.7%, 팔/ 팔꿈치:4.3%) 나타난 것으로 보았을 때 이는 신체부위 별 유병률과 인간공학적 평가 결과가 상호 유사한 결과 를 보이는 것을 알 수 있었다.

작업 단계별 평가 결과를 보면 작업 1(측정준비: 장

No.	Work photo	Work detail	Burden posture
1		<p>[Preparation for measurement]</p> <p>Transporting the measuring equipment to the measurement site after unloading it from the vehicle</p> <p>* Average 3 times/day</p> <p>* Loading, unloading and transportation</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Heavy material handling (5kg or more) - Repetitive task (waist strain) - Bending (waist strain)
2		<p>[Sampling equipment configuration]</p> <p>Connecting the sampling equipment to the measuring port to collect exhaust gases and checking the connection status.</p> <p>* Average 3 times/day * Chimney measurement</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Heavy material handling (5kg or more) - Posture fixation (average 60 minutes) - Bending (waist & leg)
3		<p>[Sample collection]</p> <p>Appropriate amount of sample collection by air pollutant and monitoring sample collection status</p> <p>* Average 21 times/day</p> <p>* Air sampling</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Posture fixation (average 60 minutes) - Bending (waist & leg)
4		<p>[Replacement of absorbent fluid]</p> <p>Replacement work of absorbent fluid when changing air pollutant sample</p> <p>* Average 21 times/day</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Posture fixation (average 60 minutes) - Bending (waist & leg)

Figure 1. Content of work to be assessed

비 하역 및 운반)에서는 REBA 평가 결과가 4단계로 즉각적인 개선이 요구되었으며 RULA 또한 계속적 관찰과 빠른 작업개선이 필요한 것으로 평가되었다. 또한 작업 준비과정에서 발생 되는 반복적이고 부하량이 큰

업무(5 kg 이상의 측정 장비 무게, 장비 상하차 반복작업, 장비 굴뚝으로의 운반 등)로 인하여 RULA보다 REBA점수가 높게 평가된 것으로 판단된다. 특히 5 kg 이상의 측정 장비를 하루 3회 이상 차량에 상하역 하는

Table 3. Summary of evaluation results by task

Level	Classification				Result							
	Score		Action		Task 1. Preparation for measurement		Task 2. Sampling equipment configuration		Task 3. Sample collection		Task 4. Replacement of absorbent fluid	
	REBA	RULA	REBA	RULA	REBA	RULA	REBA	RULA	REBA	RULA	REBA	RULA
0	1	-	No need (Ignored)	-								
1	2-3	1-2	Might be needed (Low)	Acceptable								
2	4-7	3-4	Needed (Moderate)	Continuous follow-up					✓ (7)	✓ (3)		✓ (3)
3	8-10	5-6	Needed soon (High)	Continuous follow-up & needed to improve operations quickly		✓ (6)	✓ (10)					✓ (9)
4	11-15	≥7	Needed right now (Very high)	Precise investigation & immediate improvement required	✓ (11)				✓ (7)			

업무에서 몸통 부위(허리)에 높은 작업 부하가 발생 되었음을 알 수 있었다.

작업 2 (채취장비 구성: 채취 장비를 연결 및 연결부 상태 확인)에서는 시료 채취를 위하여 측정 장비를 대기 방지시설 굴뚝에 연결하는 작업이 진행되었다. 시료 포집용 프로브를 굴뚝 측정공에 넣어 측정 위치를 잡는 과정에서 중량물(프로브: 약 5 kg)을 들고 있는 자세가 발생 되었으며 이 과정에서 손목 및 어깨 부위에 작업 부하가 발생하였다. 또한 쪼그려 앉은 자세로 작업이 진행되는 불안정한 작업 자세가 지속 되었다. 따라서 작업 2에서는 상지에 부하가 발생되어 RULA평가에서 더 높은 점수가 나타났다.

작업 3 (시료채취)과 작업4(흡수액 교체)는 대기 오염 물질 채취를 하는 작업이며 채취하는 오염물질 변경시에 오염물질을 포집하는 흡수액을 교체하는 작업이 진행된다. 두 작업 모두 대부분 3단계의 평가 결과가 나왔으며 흡수액 교체작업의 REBA평가 결과만 4단계로 평가되었다. 이 작업은 대부분 쪼그려 앉은 자세에서 오랜 시간 동안(평균 60분) 시료 포집 과정을 모니터링 하고 흡수액을 교체하는 작업이 진행됨에 따라 작업자의 허리 및 다리 부분에 피로도가 많이 발생 되는 작업으로 볼 수 있다.

IV. 고찰 및 결론

본 연구를 통해 대기 자가측정 근로자들의 근골격계

질환 발생 현황을 조사하고 평가함으로써 향후 작업환경 개선을 위한 기초자료를 제공하기 위하여 진행하였으며 결과는 다음과 같다.

첫째, 측정 작업환경과 육체적 부담 정도를 살펴보면 하루 측정하는 방지시설은 인당 2~3개 이하가 54.9%로 대부분을 차지하였으며 하루 근무시간은 평균 8.02시간, 하루 3.42회 휴식에 1회 휴식 시 19.12분을 쉬고 있는 것으로 조사되었다. 측정 작업을 진행하는 굴뚝의 높이는 3~10 m가 67.1%로 가장 많았으며 업무에 대한 육체적 부담 정도와 연계해 보았을 때 측정작업을 진행하는 굴뚝 높이가 높을수록 힘들 또는 매우 힘들음을 느끼는 인원이 많은 것으로 나타났다. 굴뚝 높이가 11-50 m 이하에서는 힘들거나 매우 힘들다는 인원이 11명(13%)이었으며 3-11 m 이하가 6명(7.3%), 2 m 이하가 1명(1.2%)으로 조사되었다. 근골격계 유해요인 조사의 기본조사에서도 현재 하는 일을 힘든 원인을 조사한 결과 작업 장소 및 높이의 부적절이 29.2%로 가장 높은 것으로 볼 때 굴뚝 높이와 작업 장소의 환경이 측정 근로자의 업무 부하도에 영향을 미치는 것으로 판단된다. 하지만 연령, 흡연, 측정 경력, 측정 방지시설 개수, 하루 근무시간과 육체적 부담 관계에서는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다.

둘째, 근골격계 유해요인 조사 진행에 있어 먼저 근골격계 유해요인 조사에 대한 인지도를 파악해 보았다. 조사 결과 근골격계 유해요인 조사에 대해 들어본 적이 없다는 인원이 전체의 78%를 차지하였으며 유해요인

조사에 참여한 적이 있다는 인원은 6.1%에 불과했다. 따라서 이러한 대기 자가측정 근로자 및 이와 유사한 비정형 작업자를 대상으로 근골격계 증상에 관한 전문 교육이 필요할 것으로 보인다. 그리고 정기적으로 근골격계 유해요인 조사가 이루어질 수 있도록 지속적인 정책적 지원이 필요해 보인다.

셋째, 근골격계 유해요인 조사결과 증상 유병률은 전체의 34.1%가 통증이나 불편함을 느낀 적이 있다고 하였으며 그 중 허리가 33.3%, 어깨가 20.8%, 다리/발이 18.8%, 손/손목/손가락이 16.7%, 목이 6.3%, 팔/팔꿈치가 4.3% 순으로 나타났다. 통증이 1주일 이상 지속되는 부위는 허리 부분이 허리통증 호소 전체 인원의 31.3%로 가장 높았다. 통증의 정도를 보면 심한 통증 또는 매우 심한 통증을 호소한 응답자가 허리 부위에서 25.1%로 다른 부위보다 높게 나타났다. 지난 1년 동안 통증 발생 빈도를 보면 1달에 한 번 이상 빈번하게 통증이 발생 되는 부위는 허리가 31.3%, 다리/발이 33.3% 순으로 높게 나타났다. 지난 1주일 동안 증상 여부를 보면 증상이 나타났다고 대답한 빈도가 허리가 8명으로 가장 많았으며 다음으로 손/손목/손가락, 다리/발 순으로 나타났다. 지난 1년간 통증으로 인한 치료를 받은 이력을 분석한 결과를 보면 병원 및 한의원 치료에서도 허리가 11명으로 가장 높게 나타났다. 이러한 통증 결과를 보면 대기 측정 근로자의 근골격계 증상 정도가 높은 부위가 허리임을 알 수 있고 허리를 중심으로 개선 대책 수립이 필요할 것으로 보인다.

넷째, REBA와 RULA를 활용한 인간공학적 정밀평가 결과는 다음과 같다. 측정 작업을 4단계로 구분하였으며 각 단계별로 근골격계 증상에 영향을 줄수 있는 자세(부담자세, 자세 빈도)를 중심으로 평가를 진행하였다. 평가 결과 4가지 작업 모두 개선조치가 필요하거나 계속 추적 관찰이 필요한 것으로 평가되었다. 평가 방법에 따른 결과를 보면 상지(팔/팔꿈치)를 중심으로 하는 RULA에 비해 전신에 대한 부담정도를 평가 하는 REBA의 점수가 대체적으로 높게 평가되었다. 신체부위별 유병률에서도 허리가 가장 높고 팔/팔꿈치 부분이 가장 낮게 평가된 것으로 볼 때 인간공학적 평가 결과와 근골격계 증상조사 결과가 상호 유사한 결과를 보이는 것을 알 수 있었다. 특히 작업 1(측정준비), 작업 2(측정 장비 구성)에서는 즉시 개선을 요구하는 수준의 평가 결과가 나왔다. 측정준비 작업 시에는 중량물(측정

장비)의 반복적인 상하역 작업과 운반으로 인해 발생되는 신체적 부하로 인하여 허리와 다리 부위가 높게 평가되었으며 측정 장비 구성 작업 부위에서는 시료 포집을 위한 측정위치를 잡는 과정에서 팔과 손목 부위의 점수가 높게 평가되었다. 따라서 중량물 취급 방법과 작업자 측정자세에 대한 개선이 필요하다.

감사의 글

본 연구는 2023년 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 학술용역 지원 사업에 의해 수행되었음.

References

- Lee SY, Choi HS, Kim JY, Yun MH. The symptom classification methodology of musculoskeletal disorders in an atypical work situation. *Proceedings of Ergonomics Society of Korea* 2010;197-201
- Lee JI. A study on MSD (musculo-skeletal disorders) occurrence conditions and preventive measures of construction workers. Doctoral dissertation, Myongji University of Korea, Seoul. 2011
- Kim SS, Lee JS, Park DS, Lee BH. A survey for ergonomic work risk factors of musculoskeletal disorders in a oriental medicine hospital. *J Kor Oriental Med* 2012;33(1):136-147
- Lee SN, Kim NY. Current status of musculoskeletal disorders among childcare teachers and demands for educational support. *J Kor Soc Eco-Early Childhood Edu* 2024;23(1):27-48 (DOI : 10.30761/ecoce.2024.23.1.27)
- Jeong KH, Kim YC, Kang DM, Kim JW. Study of the relation between work-related musculoskeletal disorders · psychiatric disorders and job stress in train drivers. *J Ergonomics Soc Kor* 2008;27(1):1-7
- Seo SH, Kee DH. Survey of musculoskeletal disorders among nurses in a general hospital. *J Ergonomics Soc Kor* 2005;24(2):17-24
- Kang SK, Kim W. Work-related musculoskeletal disorders in firefighters. *J Korean Med Assoc* 2008; 51(12):1111-1117.

<저자정보>

김재형(연구원), 김기연(부교수)