

# 반도체 제조회사의 근골격계부담작업 유해요인조사 실태와 개선방안

정예영\* · 박재희\*\*†

## A Study on the Risk Assessment and Improvement of Musculoskeletal Burden Works in the Semiconductor Manufacturer

Yeyoung Jeong\* · Jae Hee Park\*\*†

### †Corresponding Author

Jae Hee Park

Tel : 031-670-5283

E-mail : maro@hknu.ac.kr

Received : July 13, 2021

Revised : October 16, 2021

Accepted : February 23, 2022

**Abstract** : In Korea, companies which have work-related musculoskeletal burden works should have conducted legal risk assessments every three years from 2004 onwards. However, due to problems with the legal definition of work-related musculoskeletal burden works, some companies may have been exempted from the risk assessment even though their workers still experience work-related musculoskeletal pain. For example, the manufacturing process used by a particular semiconductor manufacturing company involved a great deal of legal musculoskeletal burden works. However, this company eliminated the musculoskeletal burden works by continuously introducing automated processes, and finally, in 2016, all work which was legally defined as musculoskeletal burden work were removed from the company's manufacturing process. Nevertheless, in a 2016 survey, 9.6% of the company's workers still complained of musculoskeletal pain, and in a 2019 survey this proportion actually increased to 15.7%. This incident demonstrates the limitations and problems of the current legal risk assessment of work-related musculoskeletal burden work. Therefore, this study proposes two improvements to solve these problems. Firstly, it is necessary to broaden the current legal definition of work-related musculoskeletal burden works. For example, vibration risk factors and push/pull tasks that are currently missing from the definition should be included. Secondly, it is proposed that a survey on musculoskeletal pain should be conducted for all workers, regardless of whether they are engaged in musculoskeletal burden works. The results of this study could be used to improve the legal risk assessment of work-related musculoskeletal burden works.

**Key Words** : musculoskeletal burden works, risk assessment for musculoskeletal burden works, symptom survey

Copyright©2022 by The Korean Society of Safety All right reserved.

## 1. 서론

근골격계부담작업 유해요인조사(이하 유해요인조사)가 2004년 법적 의무사항으로 시행된 이후, 국내 모든 산업체는 지금까지 매 3년마다 정기적으로, 또는 근골격계질환(MSD; Musculoskeletal Disorder) 산재자 발생 등 수시조사 요건이 발생할 때마다 유해요인조사를 수행해 오고 있다. 유해요인조사 절차는 Fig. 1과 같이 수

행된다. 유해요인조사는 작업에 대한 기본조사와 (working condition survey) 부담작업에 종사하는 근로자에 대한 근골격계질환 증상 설문조사(symptoms survey for MSD)로 이루어져 있다. 그리고 필요시 인간공학적인 정밀평가도구(RULA, REBA, NLE 등)를 사용한 조사가 이루어진다<sup>1)</sup>.

이때 사업장은 유해요인조사 실시 전에 근골격계부담작업을 보유하고 있는지 우선 판정해야 한다<sup>2)</sup>. 만일

\*한경대학교 대학원 박사과정 (Department of Civil, Safety, Environmental Engineering, Graduate School, Hankyong National University)

\*\*한경대학교 사회안전시스템공학부 교수 (School of Social Safety System Engineering, Hankyong National University)

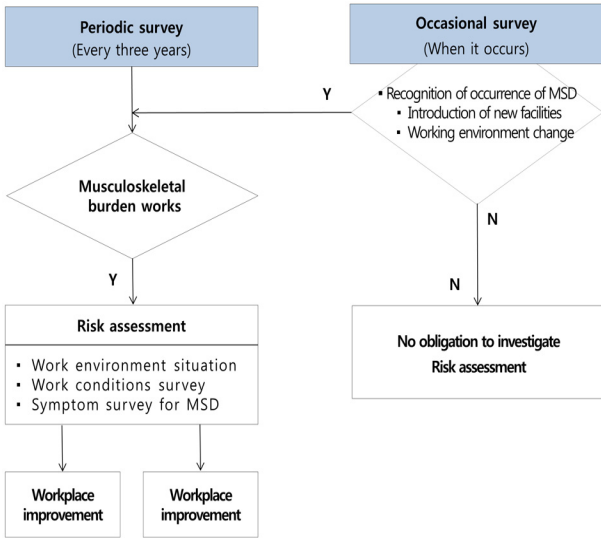


Fig. 1. Procedure of risk assessment for musculoskeletal burden works.

사업장이 근골격계부담작업을 보유하고 있으면 해당 작업에 대한 유해요인조사를 수행해야 하나, 부담작업이 없는 사업장은 유해요인조사가 면제된다.

이에 인력작업이 많고, 이들 대부분이 근골격계부담 작업인 조선업과 자동차제조업 등에서는 유해요인조사가 대대적으로 수행되고, 이를 예방하기 위한 개선 활동도 이루어지고 있다<sup>3,4)</sup>. 반면에 제조 공정 등의 자동화가 많이 이루어져 근골격계부담작업을 보유하지 않게 된 반도체 제조회사에서는 유해요인조사가 면제되어 별다른 개선활동이 전개되지 않는 경우도 나타나고 있다. 하지만, 작업자세 및 작업시간, 반복 빈도 등의 작업요인으로 정의된 현재의 근골격계부담작업이 없다고 해서 근골격계질환 발생 위험이 없다고 보기에 한계가 있다<sup>5)</sup>. 실제 근골격계부담작업이 없는 국내 반도체 제조회사 A와 B의 증상설문조사 결과로만 보더라도 근골격계질환 발생 위험군으로 분류될 수 있는 통증 호소자가 지속 발생되고 있는 실정이다.

정병용은 근골격계 통증 발생과 같은 근골격계질환 위험은 단순히 현행 근골격계부담작업의 근간인 작업 요인에만 국한되지 않고, 개인 및 조직/사회적 요인 등 다른 복잡, 다양한 요인이 의해 영향을 받는다고 하였다<sup>6)</sup>. 최근 정부와 학계는 연구 과제를 통해 현행 유해요인조사의 제도개선을 추진하여 일부는 법 개정도 이루어졌으나, 부담작업의 확대 등은 기술적인 문제뿐만 아니라 노동 및 경영계 등 이해관계자 간의 합의가 필요한 사항으로 판단되며, 이것이 적용되기까지는 장시간이 소요될 것으로 예상된다.

따라서 본 연구는 유해요인조사의 절차 또는 내용상

의 제도적 개선이 반영될 때까지, 반도체 제조회사와 같이 부담작업이 없는 유사한 사업장에서 근로자의 근골격계질환 발생위험을 예방하기 위한 자율적인 개선 방안을 제안하고자 한다.

## 2. 연구 내용 및 결과

### 2.1 선행연구 고찰

1997년의 IMF 외환위기는 우리나라 노동시장에 큰 변화를 가져왔고, 노동시간 연장, 업무량 증가 등 노동강도의 강화로 이어졌다<sup>7)</sup>. IMF 외환위기 전후 이런 노동강도의 변화로 인해 1997년에는 근골격계질환자수는 221명에 불과했는데, 2000년 487명, 2001년 1,634명, 2002년 1,827명 등으로 급격히 증가하였다<sup>8)</sup>.

그 결과, 2004년부터 고용노동부는 전체 사업장 또는 사업을 대상으로 하는 근골격계부담작업 유해요인조사를 법으로 강제하게 되었다. 근골격계부담작업 유해요인조사는 전 세계적으로는 유례가 없던 근골격계질환 예방 프로그램으로써 관련 질환을 예방하는데 획기적인 전기를 마련할 것으로 기대되었으며<sup>7)</sup>, 이후 실제 산업현장에서는 많은 근골격계질환 유해요인 파악과 이에 따른 개선활동이 활발히 이루어지기도 했다.

이러한 유해요인조사를 실시하는데 있어서 가장 핵심적인 선행 요소는 조사대상 작업을 선별하기 위한 근골격계부담작업 여부를 판정하는 것이다. 고용노동부는 2003년부터 작업자세, 반복 빈도, 중량물 취급, 작업시간 등 요인의 조합으로 근골격계부담작업 11개 범주를 제시해 고시하였다<sup>9)</sup>. 이러한 근골격계부담작업 판정 기준은 미국 Washington주의 규정에서 제시한 Caution Zone 기준을 기반으로 제안된 것으로 알려져 있다<sup>10)</sup>.

현행 근골격계부담작업 유해요인조사 제도에서는 고시에서 규정한 근골격계 11개 부담작업에 해당되는지 여부에 따라 사업주의 유해요인조사 및 작업환경개선, 의학적 조치, 유해성 주지 등 조치 의무의 발생 여부가 결정되며, 근골격계부담작업이 존재하지 않는 경우에는 모든 조사 의무가 부여되지 않는다<sup>11)</sup>. 여기서 11가지의 근골격계부담작업만으로는 근로자가 느끼고 있는 부담작업을 모두 포괄할 수 없으므로, 부담작업 보유 유무에 의해 근골격계질환 발생위험의 존재여부를 결론 내리기에는 한계가 있다고 본다<sup>5)</sup>.

기존 연구에서도 이러한 문제점이 다수 언급되었다. 이수열 등은 실제 11대 부담작업에 종사하지 않는 근로자 77명을 조사한 연구결과에서, 증상설문 조사 상 어느 한 부위라도 근골격계 증상 양성기준에 해당하는 경우가 39명(50.6%)에 달한다고 보고하였다<sup>12)</sup>.

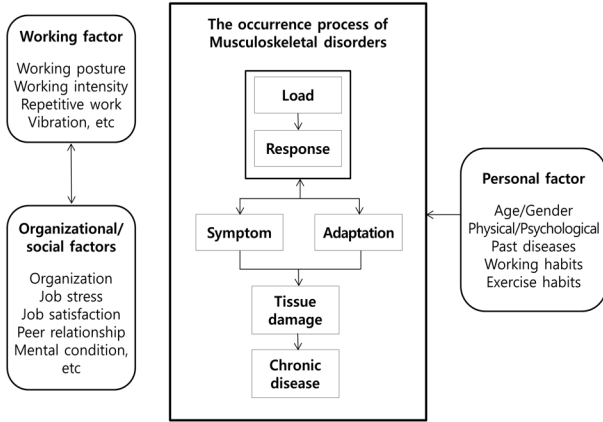


Fig. 2. The occurrence process of musculoskeletal disorders.

또한 반도체를 생산하는 A사의 경우에도 2016년과 2019년도 정기유해요인조사 결과, 부담작업을 보유하고 있지 않았음에도 불구하고 근로자에게서 목/어깨, 허리 부위의 근골격계 통증 호소율이 각각 9.2%와 15.7%를 보이는 등 근골격계부담작업 보유 여부와 근골격계질환 발생위험(통증)간에는 연관성이 없는 것으로 나타났다(Table 2).

이는 Fig. 2와 같이 근골격계질환은 현재의 11개 부담작업으로 설명되는 작업요인(작업자세, 작업강도, 반복동작, 작업 시간, 접촉스트레스 등) 외에도 개인적 요인(나이, 성별, 과거 병력, 운동/취미 활동 등)과 사회심리적 요인(작업 만족도, 직무 만족도, 사회적 지지, 상사 및 동료와의 관계 등) 간의 복합적인 상호작용과 함께 생체역학적 부하에 따른 근육과 건 등의 근골격계 긴장과 피로 등으로 발병된다고 볼 수 있다<sup>13,14)</sup>.

따라서, 현재 11개 근골격계부담작업의 적절성에 대한 논란은 지속되고 있다<sup>4)</sup>. 국내 학술 및 전문가 단체 중 일부는 현행 근골격계부담작업 정의의 모호성, 근골격계부담작업의 범위가 진동, 직무스트레스와 같은 유해 작업요인을 포함하지 못하는 점 등을 들어 근골격계부담작업에 대한 한계점을 제기하고 있다.

한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원은 유해요인조사 제도개선을 위해 국내 학계 전문가들과 함께 2년간(2016년~2017년) 연구 과제를 추진했으나, 유해요인조사 방법 및 유해성의 주지사항의 법 개정과 유해요인조사 결과보고 의무 신설, 조사자 및 조사기관 자격기준 신설, 예방프로그램의 인정제도 도입 등 중장기적인 개선 방안 마련에만 초점이 맞춰진 실정이다<sup>15)</sup>. 본 연구에서는 이러한 맥락을 실증 사례로 확인하기 위해, 유해요인조사 초기에는 부담작업이 있었으나, 이후로 부담작업이 없어진 반도체 제조 A회사의 유해요인조사 결과를 분석하였다. 이를 통해 반도체 제조 회사와 같이 부담작업이 존재하지 않게 된 사업장의 경우에도 근골격계질환 발생위험을 자율적으로 평가하고 예방할 수 있는 방안을 제시하고자 한다.

## 2.2 A사의 유해요인 기본조사 결과

반도체를 제조하는 A사는 2003년도에 산업안전보건법 제 24조 1항 5호 “단순반복작업 또는 인체에 과도한 부담을 주는 작업에 의한 건강장해 예방”과 동법 산업안전보건기준에 관한 규칙 제 9장의 “근골격계부담작업으로 인한 건강장해 예방 의무”를 근거로 사내 기준인 근골격계부담작업 유해요인조사 지침을 제정

Table 1. The number of musculoskeletal burden works on every three years

Year	2004	2007	2010	2013	2016	2019
The number of unit works	1,583	1,986	2,412	2,524	3,209	5,321
The number of burden works	136	47	10	6	0	0
% of burden works	8.6%	2.4%	0.4%	0.2%	0.0%	0.0%

Table 2. The survey results of musculoskeletal pain symptoms

Year	2013	2016	2019	
The number of participants	1,263	13,403	2,688	
The sum of pain appeals(person)	359	1,238	423	
% of pain appeal	28.4%	9.2%	15.7%	
Pain Area (number)	Neck	89	418	106
	Shoulder	113	507	135
	Arm/Elbow	6	29	10
	Hand/Wrist/Finger	85	267	90
	Waist	134	412	138
	Leg/Foot	69	105	57

하였고<sup>16)</sup>, 2004년부터 매 3년마다 근골격계부담작업 유해요인조사를 실시하였다.

세부적인 조사방법은 우선 안전보건 실무담당자들로 추진팀을 구성하여 조사 계획 등 추진 전략을 수립하였고, 이후 현장의 각 제조 및 기술 부서의 안전보건 현장 담당자들을 유해요인 조사자로 선정한 후 관련 집합 교육을 진행하였다. 유해요인 조사자는 집합교육에서 배운 이론과 실습 내용을 바탕으로 소속부서별 표준작업절차서(SOP; Standard Operation Procedure)의 작업내용이 11대 부담작업에 해당되는지를 체크리스트로 평가하였다.

2004년부터 유해요인조사 주기인 3년마다 표준작업절차서의 작업 개수를 확인한 결과는 Table 1과 같다. 2004년 1,583개 작업이 2016년부터 크게 증가한 이유는 생산시설이 이전 대비 급격히 확장되었기 때문이다. 참고로, 2016년도에는 생산 건물이 14개였으나, 2019년에는 18개로 대폭 늘어났고 건물별 크기도 과거 대비 2배 이상으로 증가했기 때문이다. 반면에 표준작업절차서 기준으로 근골격계부담작업 보유 개수는 첫 해인 2004년에 136개이었는데, 이후 47개, 10개, 6개, 0개 순으로 감소하였다(Table 1).

근골격계부담작업의 내용을 살펴보면 주로 작업자의 반복적인 중량물 운반작업과 고정된 자세로 장시간 검사, 설계작업 등이 이에 해당되었다. 이에 A사는 2015년까지 지속적으로 해당 부담작업에 대해 운반용 대차 도입과 검사작업 자동화 등의 공학적 개선을 추진하였고, 2016년부터는 모든 작업공정이 근골격계부담작업을 보유하지 않아 후속으로 유해요인조사를 실시하지 않게 되었다.

### 2.3 A사의 유해요인 증상설문조사 결과

A사는 기본유해요인조사의 결과와 별개로 근로자들에 대한 근골격계질환 증상설문조사는 지속적으로 실시하였다. 이에 본 연구에서는 과거 3차례에 걸쳐 진행된 증상설문조사 자료를 분석하였으며, 설문에 응답한 사람에 대해 NIOSH 기준 관리대상자 기준에 해당되면, 통증 호소자로 분류하였다. 세부적인 관리대상자 기준은 통증강도가 중간정도 이상이면서 통증기간이 적어도 1주일 이상 지속되는 경우 또는 통증강도가 중간정도 이상이면서 통증빈도가 지난 1년간 1달에 1번 이상인 경우이다<sup>17)</sup>.

이러한 기준에 의한 설문조사 결과, 근골격계 통증 호소자가 꾸준히 발생되고 있었으며, 이는 예상과 다른 결과였다. 즉, 근골격계부담작업이 없어졌다면 근골격계질환 발생의 위험단계인 통증호소자도 감소하지

나 없어질 거라는 예상과 달리 통증호소자는 지속적으로 발생하고 있었다.

세부적인 결과로 보면, 2013년도 통증호소자는 전체 응답자의 28.4%이었고, 2016년 및 2019년은 각각 9.2%와 15.7%로 나타났다. 즉 근골격계부담작업이 2013년부터 없어졌음에도 이후 조사에서 설문 응답자 중 통증 호소자가 계속 나오고 있고, 그 비율도 다시 증가하고 있다는 것을 알 수 있다(Table 2).

또한 동종업체인 B사도 역시, 2004년 최초 유해요인 조사를 실시한 결과, 일부 공정이 부담작업에 해당되어 작업도구와 작업방법 개선을 실시하였다. 이러한 개선활동이 이루어진 후 실시한 2007년 정기 유해요인 조사에서는 부담작업을 보유하지 않게 되어 유해요인 조사가 면제되었으나, 2013년부터 매년 별도로 근로자 건강진단 시 근골격계 증상설문조사를 자체적으로 실시하고 있는데 근로자들의 통증 호소율은 약 3-7% 수준으로 나타나고 있다.

## 3. 토의와 결론

본 연구의 선행연구 고찰 부분에서 언급한 바와 같이 근골격계질환은 작업요인 외에도 개인적, 사회심리적 요인 등의 복합적인 작용에 의해 발생하나, 현행 관련 고시는 작업요인에 해당하는 11개 근골격계부담작업 종류만 포함하고 있다. 그리고 사업장은 이러한 부담작업을 보유한 경우에만 유해요인조사와 그에 따른 작업환경 개선 등의 의무를 갖게 된다. 이렇듯 현행 유해요인조사 제도에서는 근로자가 느끼는 다양한 근골격계부담요인을 모두 포괄하고 있지 못하며, 부담작업 보유 여부에 의해서만, 법적인 근골격계질환 예방의무를 갖는 문제가 있다.

실제 반도체 제조사업장에서 부담작업으로 판정되지 않은 작업에 종사하는 근로자들에게서도 근골격계질환 통증호소자가 발생하고 있어 이에 대한 대응이 필요하다. 이러한 사항을 확인하기 위해, 반도체를 생산하는 A사에 대해 2004년 이후 6회의 정기 유해요인 조사에서의 부담작업 비율과, 2013년 이후의 3회의 정기 증상설문조사 결과를 분석하였다. 그 결과, 근로자의 근골격계질환 발생의 위험 단계인 통증 호소자는 근골격계 부담작업 보유 여부와 상관없이 지속적으로 발생하고 있으며, 이를 방지할 경우 실제 근골격계질환으로 이환될 수 있음을 확인하였다. 이러한 현상은 A사와 유사한 사업을 수행하는 B사에서도 부담작업이 없음에도 매년 통증호소자의 비율이 3-7%에 이르는 것에서도 확인할 수 있었다.

따라서 단순한 작업요인을 기본으로 근골격계부담 작업을 정의하고 이를 바탕으로 유해요인조사를 수행하게 하는 현행 제도는 여러 선행 연구에서 지적되었듯이 개선이 요구되며, 관련 정부 및 학계의 개선이 이루어질때까지라도 반도체 제조회사와 같은 사업장에서는 법적 유해요인조사 절차를 포함하여 선제적 개선방안의 추진을 제안하고자 한다.

첫째, 현재의 부담작업 작업요인 외에, 개별 사업장의 작업 특성에 맞는 부담작업 요인(진동, 밀기/끌기 등)을 추가한다. 예컨대 반도체 회사의 경우 주 작업인 물류 작업요인의 평가를 위해 밀기/끌기 작업의 정밀 평가를 추가한다.

둘째, 작업을 중심으로 유해요인조사 대상을 선정하는 현재의 방법과 별개로 증상설문조사를 의무적으로 실시하고, 이를 기준으로 통증호소자가 수행하는 작업을 유해요인조사 대상 작업에 추가하는 방법으로 변경한다. 또한 증상 설문조사 내용에 현재 작업요인 외에, 개인 및 사회심리적 요인에 관한 문항을 추가하며, 이를 통해 근로자의 근골격계통증 발생(호소)의 근본원인을 파악하고 적절한 대책을 수립하는데 활용할 수 있다고 본다.

위의 둘째 방법은 현행 유해요인조사 제도상의 순서만 변경하는 방법으로 실행의 실효성도 클 수 있다 (Fig. 3). 즉, 부담작업 판정 이후 해당 종사자만 증상설문조사를 하는 것이 아니라, 증상설문조사는 부담작업과 무관하게 모든 근로자가 참여하게 하고, 그 결과로 유해요인 기본조사 대상작업을 추가 선정하게 하는 것이다. 이것을 통해 현행 부담작업이 아니라도 통증호소자가 많은 작업은 개선을 고려하게 하며, 개인별 통증을 완화하게 하기 위해 직무전환, 직무순환, 근골격계 건강관리 프로그램을 수립해 운영하게 하는 것이다.

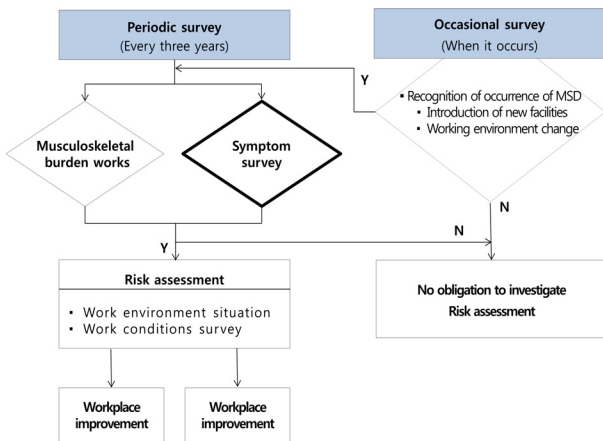


Fig. 3. Newly suggested procedure of risk assessment for musculoskeletal burden works.

실제 앞선 사례에서도 A사는 부담작업은 없으나, 증상설문조사는 매년 실시해 왔고 이를 근거로 근골격계 건강관리 운동 프로그램 참가자를 선정하고 운영해 근골격계질환 발생 예방에 효과를 보고 있다<sup>18)</sup>.

본 연구는 현행 근골격계부담작업 유해요인조사 제도의 한계점을, 기존의 선행연구 결과와 A, B사의 사례를 들어 지적하였다. 그리고 이를 해결하는 방안으로 부담작업 선정과 병행해 모든 근로자에 대한 증상설문조사를 실시해 이를 감안해 유해요인 기본조사를 수행하고 현장개선과 근골격계 운동프로그램 등의 운영을 제안하였다.

이러한 경우에는 법적으로 부담작업이 없더라도, 근골격계 통증 호소자가 계속 발생하는 사업장에 대해서도 적극적인 관리가 이루어져 근골격계질환자 발생 예방에 기여할 수 있을 것이다.

## References

- 1) J. H. Park, "A Survey on the Workload Evaluation Methods and Their Applications to WMSD Work in Industries", Journal of Ergonomic Society of Korea, Vol. 29, No. 4, pp. 435-444, 2010.
- 2) MOEL, Public Notice on the Scope of Musculoskeletal Burden Work and Risk Assessment Method for the Work, 2020.
- 3) B. C. Park, H. G. Cheong and S. G. Kim, "Risk Factors Related to Musculoskeletal Symptoms in Shipyard Workers", Annals of Occupational and Environmental Medicine, Vol. 15, No. 4, pp. 373-387, 2003.
- 4) K. T. Lee, C. M. Lee, S. R. Chang and B. Y. Jeong, "The Postural Analysis of Musculoskeletal Disorders on Automobile Industry in Korea", Proc. of Spring Conference of ESK, pp. 148-157, 2006.
- 5) D. Lee, S. H. Han, S. Y. Lee, J. H. Yoon and I. Y. Um, "The Problem and Improvement Direction Regarding Hazardous Factor Survey of Musculoskeletal Disorders", Proc. of Conference of The Korean Society of Occupational and Environmental Medicine, pp. 343-344, 2010.
- 6) B. Y. Jeong, "Discussions on Risk Assessment of Musculoskeletal Burden Works and Improvement Direction", Proc. of Spring Conference of ESK, pp. 353-356, 2007.
- 7) Y. G. Kim, "The Meaning and Background of Musculoskeletal Survey", Proc. of Conference of The Korean Society of Occupational and Environmental Medicine, pp. 173-173, 2015.
- 8) J. K. Park, Y. L. Won, J. O. Park and H. S. Park, "A Study



- on the Hazardous Factors of Musculoskeletal burden work”, Proc. of 2017 Conference of ESK, pp. 2-16, 2017.
- 9) I. H. Chun and Y. C. Kim, “A Study on the Appropriateness of Musculoskeletal Burden Work for the Prevention of Musculoskeletal Disorders”, Journal of the Ergonomics Society of Korea, Vol. 39, No. 5, pp. 501-509, 2020.
  - 10) G. M. Park, T. B. Ryu, D. H. Kee, and M. K. Chung, “Accuracy Evaluation of MSD-related Risky Work Criterion of Korea Ministry of Labor using Ergonomic Workload Evaluation Methods”, Journal of Ergonomic Society of Korea, Vol. 25, No. 2, pp. 119-123, 2006.
  - 11) B. Y. Jeong, “Risk Factors Analysis System: Current Issues and Future Directions”, Journal of Ergonomic Society of Korea, Vol. 26, No. 2, pp. 123-129, 2007.
  - 12) S. Y. Lee, H. S. Choi, J. Y. Kim and M. H. Yoon, “The Symptom Classification Methodology of Musculoskeletal Disorders in an Atypical Work Situation”, Journal of Ergonomic Society of Korea, Vol. 29, No. 2, pp. 197-201, 2010.
  - 13) KOSHA, Case and Management of Occupational Musculoskeletal Disorders, 2009.
  - 14) K. S. Seo, “A Study on the Approval Criteria of Occupational Accident against Musculo-skeletal Disorders Kyounghee University, 2010.
  - 15) J. K. Park, J. H. Choi and J. S. Park, “A Case Study on the Improvement of Hazardous Factor Survey System for Musculoskeletal Burden Work”, Pro. of Conference of ESK, pp. 342-348, 2018.
  - 16) MOEL, Korean Occupational Safety and Health Act, 2003.
  - 17) NIOSH, Health Hazard Evaluation Report, pp. 188-456, 1993.
  - 18) Y. Jeong and J. H. Park, “A Study on the Effect of Body Shape Correction through Musculoskeletal Exercise Therapy Program in a Semiconductor Manufacturing Company”, Journal of Ergonomic Society of Korea, Vol. 40, No. 4, pp. 211-220, 2021.