

Case Studies of Risk Assessment in Analyzing Risks Associated with MSDS

Woo Jin Kim, Byung Yong Jeong

Department of Industrial & Management Engineering, Hansung University, Seoul, 136-792

ABSTRACT

Objective: This study aims to suggest different approaches in analyzing risks associated with musculoskeletal disorders (MSDS) for risk assessment. **Background:** Upon concluding that the changes in the industrial environments have made it hard to regulate diverse risk factors, the government has implemented a policy for risk assessment. **Method:** This study has proposed a method, creating programs using Excel that perform qualitative or quantitative analysis, for evaluating risk factors in risk assessments and has applied this in manufacture and service industries. **Results:** To verify the validity of the developed program, risk assessment has been performed on restaurant chefs as an example. For quantitative evaluation, the study has suggested approaches using the results for REBA evaluation and the analysis report on the work scenes of a fitting-shop in a shipbuilding industry. **Application:** Constructing and adapting a system using Excel in evaluating risk factors for risk assessments as this study suggests, is expected to contribute to revitalizing risk assessments.

Keywords: Risk assessment, Musculoskeletal disorders, OWAS, RULA, REBA

1. Introduction

정부는 현행 산업안전보건법으로는 산업 환경의 변화와 다양한 위험요인의 관리에 한계가 있다고 판단하고, 2009년 2월 개정된 산업안전보건법 제 5조 1항에 위험성 평가제도의 핵심인 사업주의 위험성 평가 의무를 도입하였으며, 2013년도부터는 전면실시를 앞두고 있다(Jeong *et al.*, 2012).

위험성 평가는 자율적으로 위험요인을 찾아내고, 위험수용여부에 대한 관정 기준과 위험 수준에 따라 위험감소 방안의 우선순위를 결정한 뒤, 개선안을 시행하는 절차로 진행된다(HSE, 2002). 정부에서는 위험성 평가제도의 도입에 따라 2010년부터 '위험요인 자기 관리사업'을 실시하고 있으며, 시범사업을 통하여 업종별 모델과 매뉴얼을 개발하여 보급하

고, 사업장을 대상으로 위험성 평가제도의 활성화를 위한 재정적 기술적 지원을 하고 있다. 또한, 위험성 평가제도 도입에 따른 부작용 최소화 및 인프라 구축을 위해 기존 제도와 별도로 단계적 도입을 추진하고 있으며, 2010년부터 2012년까지는 특정 지역을 대상으로 시범운영을 하고, 2012년에는 고시 마련 등 인프라를 확충하여, 2013년에 전국 확대를 목표로 추진하고 있다(KOSHA, 2012).

고용노동부 고시 제2012-104호 사업장 위험성 평가에 관한 지침의 부칙 1조(시행일)에 따르면, 이 고시는 2013년 1월 1일부터 시행하며, 제3장(위험성 평가 인정)의 규정은 근로자 수 50명 이상 사업장(건설공사를 제외한다)에 대해서는 2014년 1월 1일부터 시행한다고 지침을 정하고 있다. 또한, 제2장 5조 2항에 따르면, 사업주가 근골격계부담작업 유해요인조사(안전보건규칙 제657조부터 제662조까지)를 이행하는 경우에는 위험성 평가를 실시한 것으로 본다

Corresponding Author: Byung Yong Jeong, Department of Industrial & Management Engineering, Hansung University, Seoul, 136-792.

Phone: +82-2-760-4122 E-mail: byeong@hansung.ac.kr

Copyright©2013 by Ergonomics Society of Korea(pISSN:1229-1684 eISSN:2093-8462). All right reserved.

©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. <http://www.esk.or.kr>

시되어 있다(KOSHA, 2012).

그러나, 유해요인조사를 시행하면서 위험성 평가적인 접근을 실질적으로 적용한 연구는 많지 않다. 본 연구는 2013년 위험성 평가제도 전면시행에 앞서 근골격계부담작업 유해요인조사의 시행과 관련하여 위험성 평가적 접근방법을 모색하기 위하여, 다음과 같은 내용을 다루고자 한다. 첫째, 유해요인조사에서 근로자의 설문이나 면담을 위주로 한 정성적 접근과 인간공학적 작업 평가를 기반으로 하는 정량적 평가로 나누어서 위험성 평가에 관한 접근방법을 제시하고자 한다. 둘째, 위험성 평가제도의 적용 효율성을 위해 사용하기 편리한 Excel을 이용하여 정성적, 정량적 평가방법과 조치수준 설정에 관한 응용 프로그램을 개발하고자 한다. 셋째, 서비스업과 제조업의 작업 현장에서의 유해요인평가 사례를 이용하여 실제 개발된 시스템에 적용함으로써 시스템의 유효성을 검토하고자 한다. 끝으로 위험성 평가제도 하에서의 유해요인조사제도 시행상의 효율성을 높이기 위한 방안을 제시하고자 한다.

2. Risk Assessment Approach in Analyzing Risks Associated with MSDS

근골격계부담작업 유해요인조사 지침(KOSHA GUIDE H-9-2012)에 의하면 유해요인조사는 기본조사, 근골격계질환 증상조사와 유해도 평가로 이루어진다. 유해요인기본조사와 근골격계질환 증상조사는 유해요인기본조사표와 근골격계질환 증상조사표를 사용한다. 다만, 유해요인기본조사와 근골격계질환 증상조사결과 추가적인 정밀 평가가 필요하다고 판단되는 경우에는 RULA나 REBA와 같은 인간공학작업분석 평가도구를 사용할 것을 추천하고 있다. 유해도 평가는 유해요인기본조사 총점수(=작업부하×작업빈도)가 높거나 근골격계질환 증상호소율이 다른 부서에 비해 높은 경우에는 유해도가 높다고 할 수 있다(KOSHA, 2012). 본 연구에서는 정성적, 정량적 위험성 평가로 나누어 접근방법을 제시하고자 한다.

2.1 Qualitative approach

정성적 위험성 평가 접근으로는 KOSHA GUIDE H-9-2012 근골격계부담작업 유해요인조사 지침의 조사표에서 작업부하와 작업빈도의 기준을 활용하여 위험성 평가 매트릭스를 구성하는 방법을 고려할 수 있다.

Figure 1과 같이 발생빈도나 위험 강도는 3점 또는 5점 척도의 등급으로 표현되고, 위험성을 빈도와 강도의 곱으로

표현하면 위험성 점수를 기준으로 수용 가능한 위험 등급부터 허용할 수 없는 위험 등급까지 영역을 분리하여 위험관리 수준을 표현할 수 있다(Jeong *et al.*, 2012.).

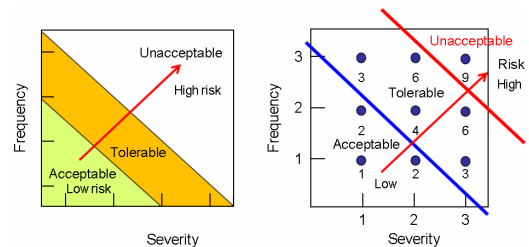


Figure 1. Risk and action criteria

일반적으로 위험의 강도와 빈도의 수준은 평가자가 주관적으로 부여하거나, 정해진 정량적인 판정 기준에 의해 부여한다. 주로 서열척도를 이용하여 3등급(H, M, L)에서 5등급으로 표현한다. 유해요인조사 시행지침인 KOSHA GUIDE H-9-2012에 의하면 유해요인 기본조사표는 부담 작업인 경우에 작성하도록 되어 있으며, 근로자 면담을 통하여 각 작업별 작업부하 및 작업빈도를 구하여 유해도를 평가하도록 하고 있다. Table 1은 KOSHA에서 제시한 유해도 평가에 적용되는 작업의 부하와 빈도 기준을 나타낸다.

Table 1. Work intensity and frequency

Work severity	Grade	Work frequency	Grade
Very low	1	Very low	1
Low	2	Low	2
Moderate	3	Moderate	3
High	4	High	4
Very high	5	Very high	5

위험 수준은 빈도와 강도의 매트릭스를 이용하여 평가한다. 위험 수준을 3등급으로 분류하는 경우에는 위험 수용, 조건부 위험 수용, 위험 불허로 분류한다. 위험 수준에 따라 특정 위험 수준의 등급 이상에 대해서는 개선 계획을 세우고 위험감소활동을 시행하게 된다. 위험 수준을 5등급으로 분류하는 경우에는 위험 수용(1등급: 유지), 조건부 위험 수용(2등급: 관찰), 위험 불허(3등급: 개선)로 분류한다. Table 2은 KOSHA에서 제시한 5×5 빈도와 강도를 이용한 위험 수준 점수(=빈도×강도)와 보수적인 위험 관리 등급(A(1등급)=<8, T(2등급), U(3등급)>=16)을 예시한 것이다.

Table 2. Risk matrix(5×5) using frequency and severity

Severity \ Frequency	5	4	3	2	1
5	U+(25)	U(20)	T(15)	T(10)	A(5)
4	U(20)	U(16)	T(12)	A(8)	A(4)
3	T(15)	T(12)	T(9)	A(6)	A(3)
2	A(10)	A(8)	A(6)	A(4)	A(2)
1	A(5)	A(4)	A(3)	A(2)	A(1)

+ U: Unacceptable, T: Tolerable, A: Acceptable(risk score)

2.2 Quantitative approach

OWAS와 RULA, REBA 등의 인간공학적 작업평가 도구를 이용하여 유해요인조사를 시행하는 경우에 위험성 평가 수준은 작업 강도와 빈도를 평가 등급(조치 수준)과 빈도를 이용할 수 있다.

작업 강도를 대변할 수 있는 작업 평가결과 조치 수준 등급은 OWAS, RULA는 4단계로, REBA는 5단계 수준으로 평가한다. 작업빈도 등급은 작업분석 방법에 따라 측정변수와 기준을 정할 수 있으며, 총 샘플수를 기준으로 단위 작업의 점유빈도를 이용하여 단위 작업의 빈도 등급을 분류하거나 단위당 작업시간으로 정의할 수 있다.

Table 3은 위험 수준을 3등급으로 분류하는 경우에서의 OWAS와 RULA에 의한 3×4 매트릭스 사례이며, Table 4는 REBA에 의한 3×5 매트릭스 사례이다. 일반적으로 위

Table 3. Risk matrix(3×4) of RULA and OWAS using frequency and assessment grade

Grade \ Frequency	4	3	2	1
H(3)	U(12)	U(9)	T(6)	A(3)
M(2)	U(8)	T(6)	T(4)	A(2)
L(1)	T(4)	A(3)	A(2)	A(1)

+ U: Unacceptable, T: Tolerable, A: Acceptable(risk score)

Table 4. Risk matrix(3×5) of REBA using frequency and assessment grade

Grade \ Frequency	5	4	3	2	1
H(3)	U(15)	U(12)	T(9)	T(6)	A(3)
M(2)	U(10)	T(8)	T(6)	A(4)	A(2)
L(1)	T(5)	A(4)	A(3)	A(2)	A(1)

+ U: Unacceptable, T: Tolerable, A: Acceptable(risk score)

험 수준 등급은 위험 점수에 의해 작업여건이나 관리 수준에 따라 정하게 된다.

3. Development of Risk Assessment System and Case Studies

3.1 Develop of risk assessment system using EXCEL

정성적인 접근은 근골격계부담작업 체크리스트와 근골격계부담작업 유해요인조사 지침의 작업조건조사표를 결합하여 근골격계부담작업 여부 및 단위작업의 작업부하와 작업빈도에 관한 설문조사 내용을 토대로 작업부담도와 부담 작업 여부 등을 도출할 수 있도록 Excel 프로그램을 작성하였다. 프로그램에서 공정별 작업부담도는 작업부하와 작업빈도의 평균값을 토대로 5×5 작업부담도 매트릭스를 구성하였으며, 등급은 작업부담도 점수에 의해 평가자가 등급 범위를 설정할 수 있도록 하였다.

정량적 인간공학적 작업평가도구를 이용한 접근에서는 OWAS, RULA, REBA 평가방법에 대한 교육용과 위험성 평가의 실제 분석이 가능한 실무용으로 나누어 개발하였다. Figure 2는 EXCEL을 이용하여 구축된 OWAS 작업 평가 시스템을 나타내며, Figure 3은 RULA에 의한 위험성 평가 시스템을 나타낸다.

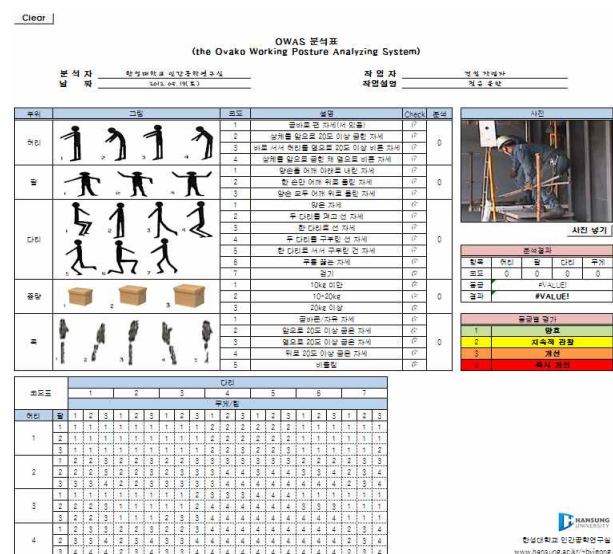


Figure 2. OWAS analysis system using EXCEL

요소 위험별 분석 결과														
요소명	빈도(%)	빈도별 점수				점수	위험도(%)	위험수준	위험수준(점수)	위험수준(점수)	위험수준(점수)	위험수준(점수)	위험수준(점수)	위험수준(점수)
		1	2	3	4									
손잡이	13%				1	10%	1	1	1	1	1	1	1	1
손잡이	5%				2	10%	2	2	2	2	2	2	2	2
손잡이	2%				3	10%	3	3	3	3	3	3	3	3
손잡이	25%				4	10%	4	4	4	4	4	4	4	4
손잡이	13%				5	10%	5	5	5	5	5	5	5	5
손잡이	13%				6	10%	6	6	6	6	6	6	6	6
손잡이	13%				7	10%	7	7	7	7	7	7	7	7
손잡이	13%				8	10%	8	8	8	8	8	8	8	8
손잡이	13%				9	10%	9	9	9	9	9	9	9	9
손잡이	13%				10	10%	10	10	10	10	10	10	10	10
손잡이	13%				11	10%	11	11	11	11	11	11	11	11
손잡이	13%				12	10%	12	12	12	12	12	12	12	12
손잡이	13%				13	10%	13	13	13	13	13	13	13	13
손잡이	13%				14	10%	14	14	14	14	14	14	14	14
손잡이	13%				15	10%	15	15	15	15	15	15	15	15
손잡이	13%				16	10%	16	16	16	16	16	16	16	16
손잡이	13%				17	10%	17	17	17	17	17	17	17	17
손잡이	13%				18	10%	18	18	18	18	18	18	18	18
손잡이	13%				19	10%	19	19	19	19	19	19	19	19
손잡이	13%				20	10%	20	20	20	20	20	20	20	20
손잡이	13%				21	10%	21	21	21	21	21	21	21	21
손잡이	13%				22	10%	22	22	22	22	22	22	22	22
손잡이	13%				23	10%	23	23	23	23	23	23	23	23
손잡이	13%				24	10%	24	24	24	24	24	24	24	24
손잡이	13%				25	10%	25	25	25	25	25	25	25	25
손잡이	13%				26	10%	26	26	26	26	26	26	26	26
손잡이	13%				27	10%	27	27	27	27	27	27	27	27
손잡이	13%				28	10%	28	28	28	28	28	28	28	28
손잡이	13%				29	10%	29	29	29	29	29	29	29	29
손잡이	13%				30	10%	30	30	30	30	30	30	30	30

Figure 3. RULA risk assessment system using EXCEL

3.2 Case of qualitative approach

Table 5는 음식점 조리사를 대상으로 작업관련 부하 정도와 빈도에 관하여 설문조사를 실시한 후에 EXCEL 정성적 분석 시스템에 입력한 결과이다. Table 5은 작업부담도(=빈도×강도) 점수를 기준으로 위험 등급으로 분류하여 매트릭스로 나타낸 것이며, 가열조리(heating cooking) 작업은 근로자들이 응답한 평균 점수가 작업부하는 '매우 힘들다(4)'이고 작업빈도는 '자주 한다(4)'라고 평가되어 위험 수준은 '위험 불허(U: Unacceptable)' 수준으로 평가되어 개선의 대상임을 알 수 있다.

Table 5. Case of risk matrix for work load

Severity\Frequency	5	4	3	2	1
5	U	U	U	T	A
4	U	U - Heating cooking	T - Nonheating cooking - Serving - Cashier	T	A
3	U	T	T - Preprocessing - Postprocessing	A	A
2	T	T	A - Carrying	A	A
1	A	A	A	A	A

+ U: Unacceptable, T: Tolerable, A: Acceptable

Table 6은 음식점 조리사를 대상으로 한 설문조사에서의 사고빈도(=사고건수/응답자수)와 사고로 인한 평균 치료일수(또는 휴업일수)인 사고 강도를 이용하여 사고위험도 매트릭스를 표현한 것이다. Table 6에서 사고빈도는 H(>=0.15), M, L(<0.05)로, 사고 강도는 H(>=14 days), M, L(<4 days)로 정의하여 표현하였다. 또한, 사고위험도는 빈도×강도 점수를 기준으로 U(>=6, 위험 불허)는 개선, T

(조건부 위험 수용)는 관찰, A(<=3, 위험 수용)는 유지로 표현하였다.

Table 6. Case of risk matrix for accident risk

Severity\Frequency	H	M	L
H	U - Heating cooking	U - Preprocessing	A
M	U	T - Postprocessing	A
L	A - Carrying - Serving	A - Nonheating cooking	A - Cashier

+ U: Unacceptable, T: Tolerable, A: Acceptable

Table 7은 Table 5와 Table 6의 작업부담도와 사고위험도 수준에 따른 작업관리 수준을 표현한 것이다. Table 7에서 작업관리 수준은 작업부담도×사고위험도 점수를 기준으로 U(>=6, 위험 불허)는 관리감독하에 시행, T(조건부 수용)는 주의 작업, A(<3, 관심)는 관심유지 작업으로 표현하였다. 예를 들면 전처리 작업은 사고위험도가 위험 불허 수준으로 높고(U), 작업위험도는 조건부 수용(T) 수준이므로 작업을 관리감독하에 위험요소를 제거하거나 점검을 하면서 진행해야 하는 작업으로 평가할 수 있다. Table 5, 6, 7에서의 위험요소의 수준이나 위험도 수준은 작업의 여건이나 상황에 따라 조정하여 분류할 수 있다.

Table 7. Case of risk matrix for work management

Accident risk\Work load	U	T	A
U	U - Heating cooking	U - Preprocessing	T
T	U	T - Postprocessing	A
A	T	A - Nonheating cooking - Serving - Cashier	A - Carrying

+ U: Unacceptable, T: Tolerable, A: Acceptable

3.3 Case of quantitative approach

Figure 4는 조선업종에서 취부 작업자를 대상으로 30분간의 작업내용을 30초 간격으로 등간격 샘플링을 하여 각 장면마다 구축한 EXCEL 프로그램으로 REBA 방법으로 의해

분석한 결과이다. 취부 작업은 전신을 이용하여 작업을 하므로 OWAS나 REBA에 의한 분석을 실시할 수 있다. 사례에서는 OWAS보다 분석 시간은 더 많이 필요하지만, 다양한 평가 부위와 각 평가 부위별 나쁜 자세의 정량적 수치에 대한 분석을 실시할 수 있으므로 REBA를 이용하여 분석하였다. 분석 시스템은 전체 분석 장면 중에서 각 요소 작업별 점유비율, 요소 작업별 평가 부위별 평균 점수, 요소 작업별 평가 등급 분포와 평균 평가 등급 등을 구하여 보여준다.

수준까지 연장하여 분석할 수 있다.

4. Conclusion

본 연구에서는 유해요인조사 과정에서의 위험성 평가방법론의 적용방안을 제시하였으며, 정성적인 방법과 정량적인 접근방법에 따라 적용할 수 있는 분석 프로그램을 Excel을 이용하여 개발하였다. 또한 실제 서비스업과 제조업을 대상으로 유해요인조사의 위험성 평가적 접근 사례를 제시하고자 하였다.

유해요인조사용 위험성 평가 시스템의 개발을 위한 방법론은 정성적, 정량적 평가로 나누어 접근하였다. 정성적 평가의 경우는 KOSHA GUIDE H-9-2012의 지침을 따랐으며, 정량적 평가의 경우는 OWAS, REBA, RULA의 인간공학작업평가도구를 활용하여 접근하였으며, 효율성을 위해 사용하기 편리한 Excel을 이용해 근골격계부담작업 체크리스트 프로그램, OWAS 분석표 프로그램, RULA 분석표 프로그램, REBA 분석표 프로그램을 개발하였다. 각 프로그램에는 작업빈도와 작업 강도의 곱으로 작업부담도를 구하고, 사용자가 자유로이 조치 수준을 설정하도록 하여 위험도 매트릭스를 할 수 있도록 구성하였다.

개발된 프로그램의 유효성을 확인하기 위하여 실제 현장 사례를 적용을 통해 확인하였다. 근골격계부담작업 체크리스트는 음식점 조리사를 대상으로 설문조사 자료를 분석하여 위험성 평가 절차를 예시하였으며, 정량적 평가도구를 이용한 정량적 평가에서는 조선업종의 취부 작업자의 작업장면을 30분간 촬영한 자료를 60회 샘플링하여 작업장면별 REBA 평가결과와 작업내용을 분석한 자료를 이용하여 접근방법을 제시하였다.

본 연구에서 개발한 Excel를 이용한 유해요인조사용 위험성 평가의 적용과 시스템 개발은 유해요인조사의 활성화에 기여할 수 있는 장점을 가지고 있다. 첫째, 정성적 평가방법과 정량적 평가방법을 모두 고려하여 평가할 수 있다. 사업주가 신속하고 비용이 저렴한 조사를 할 경우에는 근골격계부담작업 Excel 프로그램을 사용하여 조사할 수 있고, 좀 더 정밀하고 정확한 조사를 요청하는 경우에는 OWAS, RULA, REBA 등의 작업자세 분석표 프로그램을 사용하여 조사할 수 있다는 장점이 있다. 또한, 사업장의 규모나 상황에 따라서 작업 평가방법, 부담도 판정 기준 등을 사용자가 정할 수 있어, 자율성을 강조하는 위험성 평가 관리의 기본적인 철학을 반영하여 적용할 수 있다는 장점이 있다.

고용노동부 고시 제2012-104호 사업장 위험성 평가에 관한 지침의 제2장 5조 2항에 따르면, 사업주가 근골격계부

요소작업	C 빈도(%)	REBA					합계	가중치 (%)	우선순위	빈도분포	빈도분포 (고위수준)	부담도	부담수준				
		0	1	2	3	4											
원손인력	13%			16	17%	2	23%	4	3	100%	30%	4	2	4	0	중등	
내동	8%			1	33%	2	67%	3	100%	13%	7	2	4	0	중등		
그라인딩	8%			4	80%	1	20%	5	100%	18%	6	2	4	0	중등		
철이삭	23%			8	43%	4	23%	14	100%	27%	1	3	4	12	중등		
물건 들어	10%			1	17%	3	33%	2	33%	9	100%	25%	5	2	4	0	중등
용접	13%			3	33%	5	43%	8	100%	35%	2	2	4	0	중등		
용접부담	12%			3	43%	2	23%	7	100%	33%	3	2	4	0	중등		
용접	3%			2	100%			2	100%	7%	10	1	3	3	부담		
도장	7%	1	25%		2	50%	1	25%	4	100%	12%	0	2	3	0	중등	
물건 옮기기	3%			2	67%	1	33%	3	100%	12%	9	2	4	3	부담		
계	100%	1	2%	1	2%	32	33%	13	30%	0	13%	60	100%	12%			

Figure 4. REBA risk assessment system using EXCEL

Table 8은 취부 작업에 대한 REBA에 의한 작업부담도 매트릭스를 구하여 나타낸 것이다. Table 6에서 REBA 등급은 REBA 총점수에 의한 5단계의 평가 등급을 이용하여 해당 요소 작업의 평균 평가 등급을 환산하여 나타낸 것이며, 빈도는 점유건수/총샘플수를 구하여 H(>=0.25), M, L (<0.1)로 표현한 것이다. 또한, 작업부담도는 빈도×REBA 강도 점수를 기준으로 U(>=10, 위험 불허)는 개선, T(조건부 위험 수용)는 관찰, A(<=4, 위험 수용)는 유지로 표현하였다. Table 8에서 보면 햄머 작업은 전체 작업의 25% 이상의 빈도를 차지하고(H), 작업 평가 평균 등급도 수준 4(REBA 평균 3등급)에 해당되어 개선조치에 해당되는 수준임을 나타낸다.

정량적 접근에서도 빈도나 작업부담도 수준은 작업의 여건이나 상황에 따라 기준을 조정하여 정할 수 있으며, 정성적 접근에서와 같이 사고위험도 자료와 결합하면 작업관리

Table 8. Case of risk matrix for work load by REBA

REBA grade \ Frequency	5	4	3	2	1
H(3)	U	U - Hammer	T	T	A
M(2)	U - Carrying	T - Grinding	T - Welding	A	A
L(1)	T	A	A - Inspection	A	A - Walking

+ U: Unacceptable, T: Tolerable, A: Acceptable

담작업 유해요인조사(안전보건규칙 제657조부터 제662조 까지)를 이행하는 경우에는 위험성 평가를 실시한 것으로 본다고 명시되어 있다(한국산업안전보건공단, 2012). 그러나, 유해요인조사의 시행에 있어 아직까지 어느 부담도 수준까지를 작업개선 대상으로 정할 것인가에 대한 기준에 대한 논란이 존재하고 특히, 근골격계질환자가 발생한 사업장에서 수시 유해요인조사를 시행하는 경우에도 개선 대상 작업에 대한 선정 절차 문제는 논란이 되어 왔다. 따라서, 본 연구에서 제시한 유해요인조사의 위험성 평가적 접근 절차는 체계적인 유해요인조사를 시행하려는 대기업에서 개선 대상을 제시하는 방안으로 유용하게 이용될 수 있을 것으로 여겨진다. 또한, 수시 유해요인조사 대상이나 근골격계질환 예방관리프로그램 적용 사업장과 같은 법적 의무조사 대상 사업장을 관리하는 경우에는 본 연구에서 제시한 위험성 평가적 접근을 의무화 한다면 법적 시행의 실효성에서도 효과가 있을 것으로 여겨진다.

본 연구의 결과는 일부 기업이나 사업장에서 분석용지를 통해서 작업분석 해오는 방식을 개선하고, 평가 자료를 효과적으로 활용하고 관리하는 데 용이할 뿐만 아니라, 위험성 평가제도가 적용되는 데에 발맞추어 유해요인조사 관련 업무의 효율성을 개선하는데 기여할 것으로 여겨진다.

Acknowledgements

This research was financially supported by Hansung University.

References

- Hignett, S. and McAtamney, L., Rapid Entire Body Assessment, *Applied Ergonomics*, 31(2), 201-205, 2000.
- HSE, *Marine Risk Assessment*, HSE Books, 2002.
- HSE, *Five Steps to Risk Assessment*, HSE Books, Sudbury, UK, 1998.
- HSE, *Review of Hazard Identification Techniques*, HSE Books, Sudbury, UK, 2000.
- HSE, *Marine Risk Assessment*, HSE Books, Sudbury, UK, 2002.
- Jeong, B.Y. et al., Development of Evaluation Softwares for Job Hazard Analysis, *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 24(4), 79-83, 2005.
- Jeong, B.Y., Risk Factors Analysis System: Current Issues and Future Directions, *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 26(2), 123-129, 2007.
- Jeong, B.Y., Ergonomics' Role for Preventing Musculoskeletal Disorders, *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 29(4), 1-12, 2010.
- Jeong, B.Y. et al., Risk Assessment in the Shipbuilding Industry: Present and the future, *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 31(1), 143-149, 2012.
- Karhu, O., Kansil, P. and Kuorinka, I., Correcting working postures in industry: A practical method for analysis, *Applied Ergonomics*, 8(2), 199-201, 1977.
- KOSHA, 2011 *Statistics on Occupational Injuries and Illnesses*, KOSHA, 2012, <http://www.kosha.or.kr/>
- KOSHA, Risk Assessment Manual, KOSHA, 2012.
- KOSHA, KOSHA GUIDE H-9-2012, 2012.
- McAtamney, L. and Corlett, E.N., RULA: A survey method for the investigation of work-related upper limb disorders, *Applied Ergonomics*, 24(2), 91-99, 1993.

Author listings

Woo Jin Kim: cufe00@nate.com

Highest degree: MS, Department of Industrial and Management Engineering, Hansung University

Position title: Ergonomist, Korean Industrial Health Association

Areas of interest: Ergonomics, Risk Assessment, Hazard investigation, Ergonomic work evaluation

Byung Yong Jeong: byjeong@hansung.ac.kr

Highest degree: PhD, Department of Industrial Engineering, KAIST

Position title: Professor, Department of Industrial and Management Engineering, Hansung University

Areas of interest: Ergonomics, Prevention of Musculoskeletal Disorders, Safety Management

Date Received : 2013-01-19

Date Revised : 2013-01-29

Date Accepted : 2013-01-29