

# 작업관련성 근골격계질환의 인간공학적 평가 기법들에 대한 사용성 평가

임수정\* · 최순영\*\* · 박동현\*

\*인하대학교 산업공학과 · \*\*인하대학교 대학원 의학과

## The Usability Analysis for Ergonomic Evaluation Methods of Work-related Musculoskeletal Disorders

Su-Jung Im\* · Soon-Young Choi\*\* · Dong-Hyun Park\*

\*Department of Industrial Engineering, Inha University

\*\*Department of Medicine, Inha University Graduate School

### Abstract

It has been very important to have an exact evaluation for risk factors in order to prevent WMSDs(Work-related Musculoskeletal Disorders). However, most WMSDs evaluation methods have always been some problems of possibilities associated with subjective evaluation. Therefore, this study tried to conduct a sort of usability analysis on three major evaluation methods(OWAS, RULA, REBA). Specifically, major subjects in the study consisted of three parts as follows: comparison of the results between experienced and inexperienced observers, analysis for the consistency of the results in terms of different evaluation times, and analysis for the consistency of the results in terms of different job characteristics(based on the part of the automobile).

The results of the study were summarized as follows; 1) There was statistically significant difference of the results by RULA and by REBA between experienced and inexperienced observers. This might be due to the fact that experienced observers have had better ability to detect the important working posture during evaluation. However, the results by OWAS did not give any significantly different results between experienced and inexperienced observers, 2) All three checklists applied by experienced subjects did not show any single result significantly different in terms of different evaluation times. This might have to do with high intra-observer reliability from some of previous studies, 3) The five parts of an automobile were selected as five major jobs with different job characteristics in the automobile industry. Specifically, they were door part, front part(hood, etc.), inside part(dash board, seats, etc.), rear part(trunk etc.), and bottom part. All three methods did not show any significant differences for the results from each observers. Further study on this subject would eventually provide a sophisticated evaluating guidelines for WMSDs regarding determination of observer-specific evaluation, identification of repetitive number of evaluations for stable results for each checklist, determination of job-specific evaluation methods, and so on.

**Keywords : WMSDs, Checklists, Usability analysis, Evaluating guidelines**

† 본 연구는 2011년도 인하대학교 교내 연구비 지원에 의하여 수행되었음.

† 교신저자 : 박동현, 인천시 남구 용현4동 인하대학교 산업공학과 2북 680

M · P: 010-3704-9639, E-mail: dhpark@inha.ac.kr

2011년 4월 2일 접수; 2011년 6월 8일 수정본 접수; 2011년 6월 13일 게재확정

## 1. 서론

### 1.1 연구의 배경

우리나라의 작업관련성 근골격계질환자 발생건수는 1998년 IMF 외환위기 당시 124건으로 최저 수준을 보이다가 2000년 이후 급속히 증가추세를 보이고 있다(고용노동부, 2002). 최근 노동부 통계에 의한 근골격계질환자는 전체 업무상 질병 요양자 발생건수 8,721명 중 6,975명으로 약 79.97%를 차지하고 있으며(고용노동부, 2009), 특히 그동안 안전사고로 분류돼 온 사고성 요통이 근골격계질환 통계로 포함되면서 가파른 상승세를 보이고 있다.

근골격계질환은 부적절한 작업자세나 장기간 고정된 작업자세, 반복동작 등에 의하여 발생하는 것으로 알려져 있으며(MacLeod, 1999; 기도형 등, 2005), 여기에 ‘빨리빨리’로 대표되는 한국인의 특성으로 외국에 비해 발생률이 높고 최근에는 산업구조의 다양화와 단순 반복적인 작업의 증가, 근로자들의 고령화에 따른 근력 저하가 주요 원인으로 꼽히고 있다(매일경제(2009)).

이와 같이 근골격계질환의 발생 원인은 아직까지 모호한 부분이 많이 있고 복합적이어서 업무와의 관련성을 평가하기에 비교적 어려움이 있으며, 작업방법, 작업자세 등 작업 요인과의 관련성을 파악하기 위하여 인간공학적 평가 도구를 이용한 평가를 실시할 경우, 정량적인 측면에서 볼 때 객관적으로 평가할 수 없는 문제점을 부분적으로 안고 있다(한국산업안전보건공단, 2005). 특히 현재 사용되고 있는 대표적인 근골격계질환 유해요인 평가기법인 RULA(Rapid Upper Limb Analysis), OWAS(Ovako Working posture Assessment System), REBA(Rapid Entire Body Assessment), JSI(Job Strain Index), BLUE-X(Blue Laborer's Unified Ergonomic Index), LAM(Lumbar Action Meter) 등은 평가자의 주관적인 요소가 평가결과에 반영될 수 있는 단점을 가지고 있어 객관적인 평가 결과를 도출하기에는 어려움이 있다(이인석 등, 2003). 구체적으로 이와 같은 평가 기법들은 상대적으로 짧은 시간 동안 많은 작업자세를 관찰하여 부하가 높은 작업을 판별하는데는 적당한 방법이지만, 작업자세에 의한 부하와 위험요인을 정밀하게 분석하는데에는 치명적인 한계가 있다.

따라서 동일 작업에 대한 평가 결과의 작업자간 차이(inter-observer reliability)와 동일 작업자내에서의 동일 작업에 대한 평가 결과의 차이(intra-observer reliability)는 평가도구를 적용하는데 있어서 반드시 먼저 고려하여야 하는 요소라고 판단된다.

그동안 이와 같은 단점을 해결할 수 있는 지에 대한 가능성을 파악하기 위하여 근골격계질환 위험도 평가기법에 비교에 대한 많은 연구(정민수, 2008; 이관석 등, 2007; 서승록, 2006; 김대성 등, 1999)가 수행되어왔으나 대부분은 평가도구에 대한 단순비교에 그친 실정이다.

따라서 본 연구에서는 이미 언급한 세 가지 평가도구들에 관련되는 특성을 고려한 평가도구 적용에 있어서의 일종의 사용성 평가를 수행하여, 앞서 언급한 평가도구들의 한계점을 파악하고, 극복할 수 있는 방법들을 마련하고자 하였다. 이를 위하여 본 연구에서는 구체적으로 경험자와 비경험자의 평가결과들에 대한 비교분석, 평가 시점에 따른 평가결과의 일관성, 작업 특성별 평가결과들에 대한 비교분석 등을 수행하고 살펴보고자 하였다.

### 1.2 연구의 목적

본 연구의 목적은 다음과 같이 크게 세 부분으로 이루어진다.

첫째, 인간공학적 작업분석 평가도구 중 RULA, OWAS, REBA를 경험자 그룹과 비경험자 그룹으로 나누어서 같은 작업에 대한 평가를 통하여 그룹간 차이가 있는지 살펴보고 분석한다.

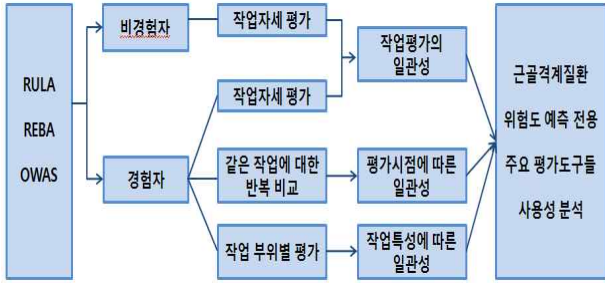
둘째, 경험자 그룹을 대상으로 하여 일정한 시간 간격을 두고 같은 작업을 RULA, OWAS, REBA로 반복 평가하였을 때 시간의 흐름(평가 시점)에 따른 일관성을 살펴보고 분석한다.

셋째, 경험자 그룹을 대상으로 하여 작업특성(자동차의 작업하는 부위)별로 RULA, OWAS, REBA로 평가하였을 때 그 결과에 대하여 분석한다.

## 2. 연구 방법

### 2.1 연구대상

연구에 사용된 자료는 A자동차회사의 563공정 중 부서별로 대표성을 가지는 동시에 관찰하기 좋은, 즉 전, 후, 좌, 우측면에서의 작업자세가 모두 잘 보이는 공정 30개였으며, 이 공정들에 대하여 총 8명의 관찰자가 평가를 수행하였다. 관찰자는 크게 두 그룹(경험자/비경험자 그룹)으로 나뉘어지는데, 경험자 그룹은 RULA, REBA, OWAS를 사용하여 500공정이상 분석 경험을 가진 자 4명으로 구성되었고 비경험자 그룹은 RULA, REBA, OWAS를 한번도 사용해본 경험이 없는 일반인 4명으로 구성되었다.



[그림 1] 평가도구들에 대한 사용성 평가 과정

## 2.2 연구방법

본 연구는 다음과 같이 이루어져 있다[그림 1]. 첫째, 30개의 동영상을 임의의 순서대로 각 관찰자에게 보여 주고 RULA, REBA, OWAS로 작업 자세를 평가하게 하였다. 경험자에게는 동영상과 함께 따로 평가기법에 대하여 설명을 하지 않았고, 비경험자 그룹에게는 RULA, REBA, OWAS에 대해서 1회 교육을 실시한 후 작업 자세를 평가하게 하였다. 둘째, 평가도구의 일관성을 알아보기 위하여 경험자그룹에게 3일 간격으로 RULA, REBA, OWAS를 이용하여 5회 분석하게 하였다. 셋째, 자동차 부위별(도어, 차량내부, 차량 뒷부분, 차량 앞 부분, 차량하부)로 평가결과의 차이를 보기 위하여 임의의 순서대로 경험자 그룹에게 3일 간격으로 각 평가도구를 2회씩 분석하게 하였다

## 2.3 통계방법

본 연구에 사용된 통계 방법은 다음과 같다. 첫째, 경험자와 비경험자의 평가결과 차이를 비교하기 위하여 비모수 통계방법인 맨 위트니 유 검정(Mann-Whitney U test)을 이용하여 분석하였다. 둘째, 평가 시점에 따른 평가결과의 일관성을 알아보고, 자동차 부위별 평가 결과 차이를 비교하기 위하여 크루스칼-윌리스 검정(Kruskal-wallis test)을 이용하여 알아보았다. 이 모든 통계과정에는 SPSSWIN 12.0이 이용되었다.

## 3. 결과

### 3.1 경험도에 따른 작업 자세 평가 결과의 비교

#### 3.1.1 RULA를 이용하여 분석한 경우

RULA에 의한 위험도 평가 단계는 1 부터 4 이며, 본 연구에서 경험집단에 대한 평가결과, 각각의 비율은 1단계(6.6%), 2단계(42.6%), 3단계(30.8%), 4단계(20%)

로 나타났으며, 비경험집단의 경우에는 평가결과, 각각의 비율은 1단계(8.4%), 2단계(51.6%), 3단계(36.6%), 4단계(3.4%)로 나타났다. 또한 경험집단 평가치의 평균은 비경험집단 평가치의 평균보다 높았으며, 이 차이는 통계적으로 유의한 것으로 나타났다<표 1>.

<표 1> 경험자, 비경험자의 RULA 적용 결과에 대한 비교

집단구분	n	Mean	SD	Min	Max	p-value
경험자	120	2.63	0.898	1	4	.013*
비경험자	120	2.33	0.702	1	4	

Mann-Whitney U test, \*p<0.05

#### 3.1.2 REBA를 이용하여 분석한 경우

REBA에 의한 위험도 평가 단계는 0 부터 4 이며, 본 연구에서 경험집단에 대한 평가결과, 각각의 비율은 0단계 (14.2%) 1단계 (39.2%), 2단계(46.6%)로 나타났고, 3단계와 4단계는 나타나지 않았다. 비경험집단의 경우에는 0단계 (16.6%), 2단계 (51.6%), 3단계 (30.8%)이었으며, 4단계는 나타나지 않았다. RULA의 경우와 마찬가지로 경험집단의 평가치의 평균은 비경험집단의 평가치의 평균보다 높았으며, 이 차이는 통계적으로 유의한 것으로 나타났다<표 2>.

<표 2> 경험자, 비경험자의 REBA 적용 결과에 대한 비교

집단구분	n	Mean	SD	Min	Max	p-value
경험자	120	1.33	0.712	0	2	.044*
비경험자	120	1.16	0.698	0	3	

Mann-Whitney U test, \*p<0.05

#### 3.1.3 OWAS를 이용하여 분석한 경우

OWAS에 의한 위험도 평가 단계는 1 부터 4 이며, 본 연구에서 경험집단에 대한 평가결과, 각각의 비율은 1단계 (6.6%), 2단계 (42.6%), 3단계 (30.8%), 4단계 (20%)로 나타났으며, 비경험집단의 경우에는 1단계 (30.8%), 2단계 (49.2%), 3단계 (13.3%), 4단계 (6.7%)로 나타났다. 경험집단의 평가치의 평균과 비경험집단의 평가치의 평균의 차이는 통계적으로 유의하지 않은 것으로 나타났다<표 3>.

<표 3> 경험자, 비경험자의 OWAS 적용 결과에 대한 비교

집단구분	n	Mean	SD	Min	Max	p-value
경험자	120	1.96	0.844	1	4	.598*
비경험자	120	1.86	0.652	1	4	

Mann-Whitney U test, \*p<0.05

## 3.2 평가시점에 따른 작업 자세 평가 결과의 비교

### 3.2.1 RULA를 이용하여 분석한 경우

<표 4>에서는 RULA를 사용하여 근골격계질환 위험도를 평가하였을 때, 평가시점에 따른 결과를 정리하였다. 동영상 1회차와 2회차의 평균단계는 2.45였으며, 동영상 3회차의 평균단계는 2.25로 1회차와 2회차 보다 낮은 단계를 보였다. 동영상 4회차의 평균단계는 2.55였으며, 동영상 5회차의 평균단계는 2.50으로 나타났는데, 평가시점은 평가결과에 대해서 유의한 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

<표 4> RULA 평가 시 평가시점에 따른 결과치의 비교

분류	n	Mean	SD	p-value
동영상 1회차	20	2.45	.744	.491*
동영상 2회차	20	2.45	.500	
동영상 3회차	20	2.25	.626	
동영상 4회차	20	2.55	.759	
동영상 5회차	20	2.50	.786	

Kruskal-Wallis test, \*p<0.05

### 3.2.2 REBA를 이용하여 분석한 경우

<표 5>에서는 REBA를 사용하여 근골격계질환 위험도를 평가하였을 때, 평가시점에 따른 결과를 정리하였다. 동영상 1회차의 평균단계는 1.00이었으며, 2회차 평균단계는 1회차 보다 높은 1.50이었으며, 동영상 3회차의 평균단계는 1.10으로 나타났다. 동영상 4회차의 평균단계는 1.05이었으며, 동영상 5회차의 평균단계는 1.25로 나타났는데, 평가시점은 평가결과에 대해서 유의한 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

<표 5> REBA 평가 시 평가시점에 따른 결과치의 비교

분류	n	Mean	SD	p-value
동영상 1회차	20	1.00	.725	.532
동영상 2회차	20	1.50	.607	
동영상 3회차	20	1.10	.553	
동영상 4회차	20	1.05	.510	
동영상 5회차	20	1.25	.520	

Kruskal-Wallis test

### 3.2.3 OWAS를 이용하여 분석한 경우

<표 6>에서는 OWAS를 사용하여 근골격계질환 위험도를 평가하였을 때, 평가시점에 따른 결과를 정리하였다. 동영상 1회차의 평균단계는 1.80이었으며, 동영상 2회차 평균단계는 2.05로 나타났고, 동영상 3회차 평균

단계는 1.80으로 나타났다. 동영상 4회차, 5회차 평균단계는 1.50이었으며, 평가시점은 평가결과에 대해서 유의한 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

<표 6> OWAS 평가 시 평가시점에 따른 결과치의 비교

분류	n	Mean	SD	p-value
동영상 1회차	20	1.80	.608	.877
동영상 2회차	20	2.05	.389	
동영상 3회차	20	1.80	.405	
동영상 4회차	20	1.50	.688	
동영상 5회차	20	1.50	.606	

Kruskal-Wallis test

## 3.3 자동차 작업 부위별 작업 자세 평가 결과의 비교

### 3.3.1 RULA를 이용하여 분석한 경우

<표 7>에서는 자동차 부위별(도어, 차량내부, 차량 뒤, 차량 앞, 차량하부) 작업에 대해서 RULA를 사용하여 근골격계질환 위험도를 평가하였을 때의 관찰자별 결과를 정리하였다. 도어부분에서의 관찰자별 평균은 2.20~2.80단계, 차량내부에서의 관찰자별 평균은 1.80~3.00단계, 차량 뒤에서의 관찰자별 평균은 2.40~3.00단계, 차량 앞에서의 관찰자별 평균은 2.20~3.00단계, 차량하부에서의 관찰자별 평균은 3.00~3.20단계로 나타났으며, 결과적으로 고려된 모든 작업특성에 있어서 관찰자별 분석결과와의 차이는 통계적으로 유의하지 않은 것으로 나타났다.

<표 8>에서는 자동차 부위별(도어, 차량내부, 차량 뒤, 차량 앞, 차량하부) 작업에 대해서 RULA를 적용하는데 있어서 평가 시점에 따른 근골격계질환 위험도 평가 결과를 정리하였다. 도어부분에서의 평가 시점 1과 2의 평균단계는 모두 2.50이었으며, 차량내부에서의 평가 시점 1과 2의 평균단계는 2.45~2.65, 차량 뒤에서의 평가 시점 1과 2의 평균단계는 2.65~2.70, 차량 앞에서의 평가 시점 1과 2의 평균단계는 2.50~2.55, 차량하부에서의 평가 시점 1과 2의 평균단계는 3.00~3.15로 나타났으며, 결과적으로 고려된 모든 작업특성에 있어서 평가 시점별 분석결과와의 차이는 통계적으로 유의하지 않은 것으로 나타났다.

### 3.3.2 REBA를 이용하여 분석한 경우

<표 9>에서는 자동차 부위별(도어, 차량내부, 차량 뒤, 차량 앞, 차량하부) 작업에 대해서 REBA를 사용하여 근골격계질환 위험도를 평가하였을 때의 관찰자별 결과를 정리하였다. 도어부분에서의 관찰자별 평균단계는 1.00~1.60, 차량내부에서의 관찰자별 평균단계는

<표 7> 차량 부위별 작업에 대한 관찰자별 RULA 평가결과 비교

차량부위	관찰자	Mean	SD	Min	Max	p-value
도어	1	2.20	.837	1	3	.701
	2	2.60	.894	2	4	
	3	2.80	.837	2	4	
	4	2.40	.894	2	4	
차량내부	1	2.60	.548	2	3	.253
	2	2.40	1.140	1	4	
	3	1.80	1.095	0	3	
	4	3.00	.707	2	4	
차량 뒤	1	2.40	.548	2	3	.650
	2	2.60	.894	2	4	
	3	2.80	1.095	2	4	
	4	3.00	.707	2	4	
차량 앞	1	2.40	.548	2	3	.315
	2	2.40	.548	2	3	
	3	2.20	1.095	1	4	
	4	3.00	.707	2	4	
차량하부	1	3.20	.837	2	4	.724
	2	3.00	1.000	2	4	
	3	3.20	1.095	2	4	
	4	3.20	1.095	2	4	

Kruskal-Wallis test

<표 8> 차량 부위별 작업에 대한 RULA 평가 시 평가시점에 따른 결과치의 비교

차량부위	평가 시점	Mean	SD	Min	Max	p-value
도어	1	2.50	0.827	1	4	.925
	2	2.50	0.899	1	4	
차량내부	1	2.45	0.945	0	4	.565
	2	2.65	0.745	1	4	
차량 뒤	1	2.70	0.801	2	4	.841
	2	2.65	0.813	2	4	
차량 앞	1	2.50	0.761	1	4	.883
	2	2.55	0.686	2	4	
차량하부	1	3.15	0.933	2	4	.583
	2	3.00	0.795	2	4	

Mann-Whitney U test

0.80~1.60, 차량 뒤에서의 관찰자별 평균단계는 0.80~1.60, 차량 앞에서의 관찰자별 평균단계는 1.20~2.00, 차량하부에서의 관찰자별 평균단계는 0.60~1.40으로 나타났으며, 결과적으로 고려된 모든 작업특성에 있어서 관찰자별 분석결과와의 차이는 통계적으로 유의하지 않은 것으로 나타났다.

<표 10>에서는 자동차 부위별(도어, 차량내부, 차량 뒤, 차량 앞, 차량하부) 작업에 대해서 REBA를 적용하는데 있어서 평가 시점에 따른 근골격계질환 위험도

<표 9> 차량 부위별 작업에 대한 관찰자별 REBA 평가결과 비교

차량부위	관찰자	Mean	SD	Min	Max	p-value
도어	1	1.00	1.000	0	2	.725
	2	1.40	.894	0	2	
	3	1.60	.548	1	2	
	4	1.20	.837	0	2	
차량내부	1	.80	.837	0	2	.390
	2	1.60	.894	0	2	
	3	1.20	.837	0	2	
	4	1.20	.447	1	2	
차량 뒤	1	.80	.837	0	2	.487
	2	1.40	.894	0	2	
	3	1.40	1.140	0	3	
	4	1.60	.548	1	2	
차량 앞	1	1.20	.447	1	2	.060
	2	2.00	.000	2	2	
	3	1.20	.837	0	2	
	4	1.20	.447	1	2	
차량하부	1	.60	.548	0	1	.322
	2	.80	.837	0	2	
	3	.80	.837	0	2	
	4	1.40	.548	1	2	

Kruskal-Wallis test

평가 결과를 정리하였다. 도어부분에서의 평가 시점 1과 2의 평균단계는 모두 1.30이었으며, 차량내부에서의 평가 시점 1과 2의 평균단계는 1.20~1.25, 차량 뒤에서의 평가 시점 1과 2의 평균단계는 1.05~1.30, 차량 앞에서의 평가 시점 1과 2의 평균단계는 1.00~1.40, 차량하부에서의 평가 시점 1과 2의 평균단계는 0.85~0.90으로 나타났으며, 결과적으로 고려된 모든 작업특성에 있어서 평가 시점별 분석결과와의 차이는 통계적으로 유의하지 않은 것으로 나타났다.

<표 10> 차량 부위별 작업에 대한 REBA평가 시 평가시점에 따른 결과치의 비교

차량부위	평가 시점	Mean	SD	Min	Max	p-value
도어	1	1.30	0.801	0	2	.789
	2	1.30	0.571	0	2	
차량내부	1	1.20	0.768	0	2	.906
	2	1.25	0.639	0	2	
차량 뒤	1	1.30	0.865	0	3	.282
	2	1.05	0.605	0	2	
차량 앞	1	1.40	0.598	0	2	.053
	2	1.00	0.649	0	2	
차량하부	1	0.90	0.718	0	2	.896
	2	0.85	0.366	0	2	

Mann-Whitney U test

<표 11> 차량 부위별 작업에 대한 관찰자별 OWAS 평가결과 비교

차량부위	관찰자	Mean	SD	Min	Max	p-value
도어	1	2.00	1.000	1	3	.878
	2	2.00	1.225	1	4	
	3	1.80	.447	1	2	
	4	1.60	.894	1	3	
차량내부	1	1.60	.548	1	2	.055
	2	2.00	1.225	1	4	
	3	2.00	.000	2	2	
	4	2.00	.000	2	2	
차량 뒤	1	1.80	.447	1	2	.889
	2	1.80	.837	1	3	
	3	1.60	.548	1	2	
	4	1.60	.894	1	3	
차량 앞	1	2.00	.000	2	2	.096
	2	2.00	.000	2	2	
	3	2.00	.000	2	2	
	4	1.60	.548	1	2	
차량하부	1	1.00	.000	1	1	.773
	2	1.20	.447	1	2	
	3	1.20	.447	1	2	
	4	1.20	.447	1	2	

Kruskal-Wallis test

### 3.3.3 OWAS를 이용하여 분석한 경우

<표 11>에서는 자동차 부위별(도어, 차량내부, 차량 뒤, 차량 앞, 차량하부) 작업에 대해서 OWAS를 사용하여 근골격계질환 위험도를 평가하였을 때의 관찰자별 결과를 정리하였다. 도어부분에서의 관찰자별 평균은 1.60~2.00단계, 차량내부에서의 관찰자별 평균은 1.60~2.00단계, 차량 뒤에서의 관찰자별 평균은 1.60~1.80단계, 차량 앞에서의 관찰자별 평균은 1.60~2.00단계, 차량하부에서의 관찰자별 평균은 1.00~1.20단계로 나타났으며, 결과적으로 고려된 모든 작업특성에 있어서 관찰자별 분석결과의 차이는 통계적으로 유의하지 않은 것으로 나타났다.

<표 12>에서는 자동차 부위별(도어, 차량내부, 차량 뒤, 차량 앞, 차량하부) 작업에 대해서 OWAS를 적용하는데 있어서 평가 시점에 따른 근골격계질환 위험도 평가 결과를 정리하였다. 도어부분에서의 평가 시점 1과 2의 평균단계는 1.85~2.20이었으며, 차량내부에서의 평가 시점 1과 2의 평균단계는 모두 1.90, 차량 뒤에서의 평가 시점 1과 2의 평균단계는 1.70~1.75, 차량 앞에서의 평가 시점 1과 2의 평균단계는 1.85~1.90, 차량하부에서의 평가 시점 1과 2의 평균단계 1.15~1.30으로 나타났으며, 결과적으로 고려된 모든 작업특성에 있어서 평가 시점별 분석결과의 차이는 통계적으로 유의하지 않은 것으로 나타났다.

<표 12> 차량 부위별 작업에 대한 OWAS 평가 시 평가시점에 따른 결과치의 비교

차량부위	평가 시점	Mean	SD	Min	Max	p-value
도어	1	1.85	0.875	1	4	.189
	2	2.20	0.894	1	4	
차량내부	1	1.90	0.641	1	4	.652
	2	1.90	0.308	1	2	
차량 뒤	1	1.70	0.657	1	3	.930
	2	1.75	0.786	1	3	
차량 앞	1	1.90	0.308	1	2	.637
	2	1.85	0.366	1	2	
차량하부	1	1.15	0.366	1	2	.262
	2	1.30	0.470	1	2	

Mann-Whitney U test

## 4. 고찰

근골격계질환으로 인한 손실을 사전에 막기 위해서는 작업 방법 및 작업장의 인간공학적인 개선을 통한 예방이 중요하며, 이를 위해서는 근골격계질환을 유발할 수 있는 작업의 작업부하 혹은 작업 자세를 정확하게 평가할 수 있어야 한다. 그러나 현재까지 이러한 평가 도구들 간에 절대적인 판정기준이 존재하지 않으며, 따라서 부담 작업 평가기법들로는 똑같은 작업에 대해 평가하더라도 다른 결과가 나타날 수 있다(곽원택, 2006). 기도형 등(2005)에 의하면 OWAS, RULA, REBA로 똑같은 작업에 대해 평가하더라도 RULA와 OWAS는 33.5%, RULA와 REBA는 46.0%, OWAS와 REBA도 약 54.0%의 일치율을 보이는 것으로 나타났다. 또한 이 인석 등(2003)에 의하면 OWAS, RULA, REBA에 의한 평가결과와 지각불편도와 상관계수는 통계적으로 유의한 양의 상관관계( $\alpha=0.05$ ) 가지는 것으로 나타났다. 따라서 각 기법이 작업자세 부하평가기법으로서 타당성을 가지는 것으로 나타났으나, 각 기법의 부하수준과 지각불편도간의 상관계수가 REBA, OWAS, RULA의 순으로 나타났고, 특히 REBA의 상관계수가 다른 두 기법의 상관계수에 비해 상대적으로 높은 값을 보이고 있는 등의 결과를 종합해볼 때 이 평가 도구들의 타당성과 민감도에는 차이가 존재하는 것으로 판단된다.

이와 같은 평가도구들의 한계점 및 문제점을 좀 더 심층적으로 분석하기 위하여 본 연구에서는 이제까지 시도되지 않았던 다음과 같이 크게 세 방향에서 기존의 평가 도구를 분석하여 그 세부적인 특성을 파악하고자 하였다.

- 1) 경험자와 비경험자의 평가결과에 대한 비교분석
- 2) 평가시점에 따른 평가결과에 대한 비교분석
- 3) 작업 특성에 따른 평가결과에 대한 비교분석

본 연구에서 도출한 주요 결과는 다음과 같다.

첫째, RULA와 REBA로 평가한 결과에서는 전체적으로 경험집단의 평가결과가 비경험집단에 비하여 높은 것으로 나타났다. 그 이유는 경험집단이 비경험집단에 비하여 RULA나 REBA에서 다루고 있는 근골격계 질환관련 위험작업자세에 대하여 보다 더 잘 숙지하고 있기 때문에, 문제가 되는 위험작업자세를 포함하고 있는 장면을 잘 선택하는데 있다고 판단된다. 그러나 OWAS로 평가한 결과에서는 두 집단간에 차이가 없는 것으로 나타났다. 이는 OWAS의 경우에는 비교적 큰 동작에 기인하는 허리 자세가 어깨 자세보다 부하 수준을 결정하는데 중요한 역할을 하고(이인석 등, 2003), 더구나 목과 손목의 자세가 평가 항목에 포함되지 않는 등의 상대적으로 단순한 평가 구조를 가지기 때문이라고 판단된다. 따라서 이런 결과들에 비추어 볼 때, 평가 되는 작업에 있어서 목과 손목의 비중이 상대적으로 적고 비경험자가 평가를 할 경우에는 OWAS로부터 평가를 시작을 하는 것도 바람직하다고 판단된다.

둘째, 평가결과를 살펴보면 세 가지 평가도구 모두 평가 시점에 따라 결과에 있어서 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 즉, 세 가지 평가도구 모두 재현성이 높은 것으로 나타났으며 이는 대부분의 경우에 동일한 장면을 캡처하여 평가하는 것을 의미한다고 판단된다.

따라서 경험자 그룹의 경우(본 연구에서의 기준은 500공정 이상에 대한 평가경험)에는 평가 시점에 따라 그 결과의 차이가 없으므로 평가 시점에 대한 영향을 고려할 필요가 없다고 판단된다. 또한 이와 같은 결과는 이 세 가지 평가 도구 모두의 높은 개인내 재현성(70% 이상)의 결과(신용철 등, 2004)와 내용적으로 일치하는 것이라고 판단된다.

셋째, 자동차 작업 부위별로 RULA, REBA, OWAS로 평가한 결과는 다음과 같이 나타났다. 1) RULA를 이용하여 분석한 경우에는 총 5개로 분류한 차량부위 중 차량 뒤, 차량 앞, 차량 하부, 차량 내부 및 도어 작업 모두에 대한 평가에 있어서 관찰자별로 그리고 평가 시점별로 유의한 차이를 보이지 않는 것으로 나타났다. 2) REBA를 이용하여 분석한 경우에도 총 5개로 분류한 차량부위 중 차량 뒤, 차량 앞, 차량 하부, 차량 내부 및 도어 작업 모두에 대한 평가에 있어서 관찰자별로 그리고 평가 시점별로 유의한 차이를 보이지 않는 것으로 나타났다. 다만 차량 앞부분에 대한 관찰자별 평가에 있어서 p-값이 경계값 근처(0.06)에 있었고 평가시점별 평가에 있어서도 p-값이 경계값 근처(0.053)있는 것으로 나타났다. 3) OWAS를 이용하여 분석한 경우에도 총 5개로 분류한 차량부위 중 차량 뒤, 차량 앞, 차량 하부, 차량 내부 및 도어 작업 모두에

대한 평가에 있어서 관찰자별로 그리고 평가 시점별로 유의한 차이를 보이지 않는 것으로 나타났다. 다만 차량 앞부분에 대한 관찰자별 평가에 있어서 p-값이 경계값 근처(0.096)에 있는 것으로 나타났다. REBA와 OWAS의 경우, 관찰자별로 평가결과에 있어서 상대적으로 차이가 나는 결과를 보이는 것은 차량 앞 부분 작업(후드 관련 작업)의 특성 때문이라고 판단된다.

대부분의 후드 부분 작업에서는 작업자의 손이 후드 안으로 들어가서 작업을 하기 때문에 팔꿈치 아래 부분은 측면에서 촬영하기 힘들고, 작업면 위에서 촬영을 해야하는 경우가 많이 있기 때문에 이와 같은 상황이 관찰자별로 주관적인 관찰각도를 야기 할 수 있으며, 이것이 차이의 원인이라고 판단된다.

## 5. 결론

본 연구의 주요 결과를 정리하면, 첫째, 비경험자가 평가를 해야할 경우에는 OWAS로부터 시작하는 것이 바람직하고, 둘째, 대상 업종의 작업들에 대하여 평가 도구에 대한 재현성은 비교적 높은 것으로 나타났고, 셋째, 작업특성에 따른 평가 도구의 사용성을 살펴보면 REBA와 OWAS의 경우, 차량 앞 부분작업에 있어서 관찰자별 재현성이 상대적으로 떨어지는 것으로 나타났다. 그러나 이 모든 결과들은 단일 사업장에 대한 예를 분석한 것에 불과하므로, 이러한 결론에 대한 추가적 검증을 위해서는 더 많은 수의 작업에 대한 추가적인 연구가 필요하며, 구체적으로 본 연구의 결과를 토대로 하여 향후 형식이나 내용면에 있어서 좀 더 확장된 개념의 연구의 수행을 통하여 평가도구를 개발 및 사용하는데 있어서 체계적이고 실용적인 지침을 도출해낼 수 있으리라고 판단된다.

## 6. 참고 문헌

- [1] 광원택, "인간공학적 작업부하평가 도구에 따른 근골격계 부담작업 평가 결과 차이", 환경대학교 대학원 공학석사 학위논문, 2006.
- [2] 기도형, 박기현, "작업 자세 평가 기법 OWAS, RULA, REBA 비교", 한국안전학회지, 제20권, 제2호, pp. 127-132, 2005.
- [3] 김대성, 양성환, 이동경, 오정룡, 최정근, "작업자세에 대한 인간공학적 평가 도구들의 비교", 대한인간공학회 학술대회논문집, 2. pp. 293-299, 1999.
- [4] 노동부, "월간노동", 제12권, pp. 333, 2002.
- [5] 서승록, "자동차 조립공정에 대한 작업자세 평가도

구의 비교”, 대한인간공학회지, 제25권, 제 3호, pp. 61-66, 2002.

- [6] 이관석, 김재형, 정민수, 전성재, 천영지, “자동차 산업에서의 OCRA Checklist와 RULA 평가 비교”, 대한인간공학회지, 제26권, 제 4호, pp. 153-160, 2007.
- [7] 이인석, 정민근, 최경임, “지각불편도를 이용한 관찰적 작업자세 평가 기법의 비교”, 대한인간공학회지, 제 22권, 제 1호, pp. 43-56, 2003.
- [8] 정민수, “조립 산업에서의 OCRA checklist와 RULA 비교 평가 연구”, 홍익대학교 대학원 석사학위 논문, 2008.
- [9] MacLeod, D., “The office ergonomics kit, Lewis Publishers”, New York., 2009.
- [10] 매일경제, 2009년 08월 31일 월요일 사회면, pp. 30, 2009.
- [11] 한국산업안전보건공단, “작업 특성에 따른 인간공학적 유해요인 평가방법 도구 개발에 관한 연구”, 2005 연구보고서, 2005.
- [12] 고용노동부, 2009년 산업재해 현황분석 <http://www.moel.go.kr/>, 2009.

## 저자 소개

### 임수정



현재 인하대학교 대학원 산업공학과 재학 중  
관심분야: 산업공학

주소: 인천광역시 남구 용현동 253 인하대학교 2북 668A

### 최순영



고려대학교 대학원 보건학 석사, 인하대학교 산업공학과 박사 취득. 현재 인하대학교 의학과 박사과정, 관심분야: 산업보건, 인간공학

주소: 인천광역시 남구 용현동 4동 인하대학교 2북 668A

### 박동현



인하대학교에서 학사를 취득하였으며, 미국 University of Alabama에서는 석사와 미국 Pennsylvania State University에서는 박사를 취득하였다. 현재 인하대학교 산업공학과에서 교수로 재직 중이며, 관심분야는 인간공학이다.

주소: 인천광역시 남구 용현4동 인하대학교 산업공학과