

# 작업 자세 평가 기법 OWAS, RULA, REBA 비교

기도형 · 박기현\*

계명대학교 산업시스템공학과 · \*계명대학교 정보통신학부  
(2004. 9. 22. 접수 / 2005. 4. 11. 채택)

## Comparison of Posture Classification Schemes of OWAS, RULA and REBA

DoHyung Kee · Kee Hyun Park\*

Department of Industrial and Systems Engineering, Keimyung University

\*College of Information and Communication, Keimyung University

(Received September 22, 2004 / Accepted April 11, 2005)

**Abstract** : The purpose of this study is to compare representative posture classification schemes of OWAS, RULA and REBA in terms of correctness for postural load. The comparison was based on the evaluation results by the three methods for 224 working postures sampled from steel, electronics, automotive, and chemical industries. The results showed that OWAS and REBA generally underestimated postural stress than RULA irrespective of industry type, work performed and whether or not leg posture is balanced. While about 71% and 73% of the 224 posture were evaluated with the action category/level 1 or 2 by OWAS and REBA, respectively, about 60% of the postures were classified into the action level of 3 or 4 by RULA. The coincidence rate of postural stress category between OWAS and RULA was just 33.5%, while the rate between RULA and REBA was 46.0%. It is concluded from the findings of this study and the previous research that compared to OWAS and REBA, RULA more precisely evaluates postural stress.

**Key Words** : posture classification scheme, OWAS, RULA, REBA

### 1. 서 론

작업관련성 근골격계질환(work-related musculoskeletal disorders)은 인체의 근골격계에 과도한 부하가 반복적으로 가해질 때 근육, 인대, 건(tendon), 신경 등의 미세 조직에 손상이 발생하여 불편함, 통증, 장애 등을 유발하는 증상을 통칭하는 것이다<sup>1)</sup>. 노동부에서 매년 발표하고 있는 산업재해 통계에서 근골격계질환은 직업병 중 신체부담작업과 요통으로 분류되고 있으며, 2002년도에 1,827건이 발생하였으며 직업병의 약 43.6%, 전체 산업재해의 약 2.2%를 차지하였다<sup>2)</sup>. 산업체에서 근골격계질환이 폭증하는 등 사회적 문제로 대두되자 노동부에서는 산업안전보건법을 개정하여, 사업주로 하여금 근골

격계부담작업에 대한 유해요인 조사 및 작업환경 개선을 의무화하는 등 경감 노력을 기울이고 있다.

근골격계질환은 힘, 부적절한 자세, 반복, 압력, 정적 부하, 진동과 추위 등의 환경적 요인, 작업 조직 등의 작업 관련 요인, 개인의 신체 조건(physical condition), 질병 등의 개인적 요인 등이 복합적으로 작용하여 발병하는 것으로 알려져 있다<sup>3)</sup>. 이 중 작업 자세와 관련된 부하의 평가에는 OWAS<sup>4)</sup>, RULA<sup>5)</sup>, REBA<sup>6)</sup> 등이 많이 사용되고 있다. 또한, 한국산업안전공단의 근골격계부담작업 유해요인조사 지침에서도 이들 세 기법을 평가 도구로 제시하고 있다<sup>7)</sup>. 이상의 세 기법은 개발 배경의 차이로 인한 적용 대상, 특성, 평가 정확도 등에서 차이가 있는 것으로 언급되고 있다<sup>8,9)</sup>. 그러나, 산업 현장에서는 세 기법을 모두 사용하든가 혹은 선택적으로 사용하는 등 이러한 요인들이 간과되고 기계적으로 사용

† To whom correspondence should be addressed.  
dhkee@kmu.ac.kr

되고 있는 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 작업 자세 부하 평가에 대표적으로 사용되고 있는 OWAS, RULA, REBA의 부하 평가의 정확도에 대하여 비교하고자 한다. 본 연구의 결과는 작업 자세 부하 평가 기법 적용 시에 가이드라인으로 사용될 수 있을 것으로 기대된다.

## 2. 방법

2002년도 노동부 산업재해 분석 자료를 보면 근골격계질환의 약 79%가 제조업에서 발생한 것으로 나타나 있다<sup>2)</sup>. 이에 근거하여 본 연구에서는 작업 자세 부하 평가 기법의 비교를 위하여 제조업에서 일어나는 224 자세를 추출하였다. 224 자세는 철강 산업 68, 전자 산업 46, 자동차 산업 44, 화학 산업 66 자세로 구성되었다. 철강 산업은 들기 작업, 힘쓰기(exertion of force) 작업(19 자세), 정비 작업(49 자세)으로 구성되었고, 전자 산업은 들기 작업(22 자세), 조립, 가공, 검사 작업(24 자세), 자동차 산업은 들기 작업(7 자세), 조립, 검사, 보전, 시험 작업(31 자세)과 PC 입력, 자동차 운전 등의 좌식으로 이루어지는 작업(6 자세), 화학 산업은 들기 작업, 힘쓰기 작업(27 자세), 조립/분해, 계량, 가공, 정제 작업(37 자세), 계장(control panel) 작업, 지게차 운전과 같은 좌식 작업(2 자세)으로 구성되었다. 여기서, 힘쓰기 작업은 2kg 이상이 소요되는 롤, 밸브 등을 돌리거나 밀고 당기는 작업으로 정의하였다.

추출된 자세에 대하여 OWAS, RULA, REBA 세 기법을 적용하여 부하를 분석한 후, 최종 부하를 이용하여 비교·분석을 수행하였다. OWAS, RULA에서는 최종 부하를 네 그룹의 action category 혹은 action level로 제시하고 있고, 각 구간별 의미가 서로 매우 유사하여 비교에 action category 혹은 action level을 그대로 사용하였다. REBA에서는 5구간의 action level을 최종 부하로 제시하고 있어(0: 개선 조치가 필요 없음, 1: 개선 조치가 필요할 수 있음, 2: 개선 조치가 필요함, 3: 개선 조치가 빠른 시일 내에 필요함, 4: 개선 조치가 지금 당장 필요함), 이들 의미를 OWAS, RULA의 action category 혹은 action level의 의미와의 비교를 통하여 네 가지 action level로 줄였다. 즉, REBA action level 0은 OWAS, RULA의 action category 혹은 action level 1로, REBA action level 1, 2는 OWAS, RULA의

action category 혹은 action level 2로, action level 3과 4는 그대로 OWAS, RULA action category 혹은 action level 3, 4로 하였다.

OWAS는 중량물 취급 작업, RULA는 조립, 정비, 육류 가공, 치과, VDT 작업, REBA는 간호사, 청소부 등의 작업이 비교적 비정형적인 작업 분석에 적합한 것으로 알려져 있다<sup>8,9)</sup>. 그러나, OWAS, REBA는 기본적으로 전신 자세에 적용이 가능하며, RULA의 경우도 하지가 2개 그룹으로만 분류되어 있어 다양한 하지 자세가 포함된 자세의 분석에는 한계를 가지지만 이를 제외한 일반적 자세의 분석에 적용 가능하다고 할 수 있다. OWAS는 중량물 취급 작업뿐 아니라 건설업 햄머 작업<sup>10)</sup>, 간호업무<sup>11)</sup>, 슈퍼마켓 캐시어(cashier) 업무<sup>12)</sup>, 양계업<sup>13)</sup>, 선박 산업<sup>14)</sup> 등 다양한 분야에 적용되었다. RULA도 포장 작업, VDU 작업, 의류 제조업, 슈퍼마켓 체크아웃 작업, 자동차 산업에서의 검사 작업<sup>5)</sup>, 카펫 수선 작업<sup>15)</sup>, 금속 산업<sup>16)</sup>에 적용되어 다양한 하지 자세에 대한 평가가 가능함을 보였다. REBA의 경우는 적용 사례는 찾지 못하였으나, 보건 산업(health care), 제조업, 전기 산업 등으로부터 추출된 자세를 이용하여 만들어져, 일반 제조업에도 적용 가능하다고 판단된다. 따라서, 본 연구에서는 이들 세 기법을 모든 자세에 적용하고자 한다.

## 3. 결과

세 자세 부하 평가 기법의 평가 결과 분석은 크게 다음의 세 분야로 나누어 다룬다: 1) 업종별 분석; 2) 작업 내용별 분석; 3) 하지 자세별 분석(하지 자세가 균형이 잡혀 있는가에 따라 분류함).

### 3.1. 업종별 분석

#### 3.1.1. RULA와 OWAS 비교

각 산업별 RULA와 OWAS의 비교 결과는 Fig. 1에 제시되어 있으며, 그림에서는 RULA의 각 action level에 해당하는 자세에 대한 OWAS 평가 결과의 도수를 나타내고 있다. 그림에서 보는 바와 같이 업종에 관계없이 전반적으로 OWAS가 RULA에 비하여 과소평가하고 있는 것으로 나타났다. 이러한 현상은 전자산업에서 두드러지게 나타났으며, 자동차산업과 화학산업에서는 RULA action level 4로 평가된 자세가 OWAS에서는 action category 1로 극단적으로 저평가된 경우도 각각 1 자세, 8 자세가

작업 자세 평가 기법 OWAS, RULA, REBA 비교

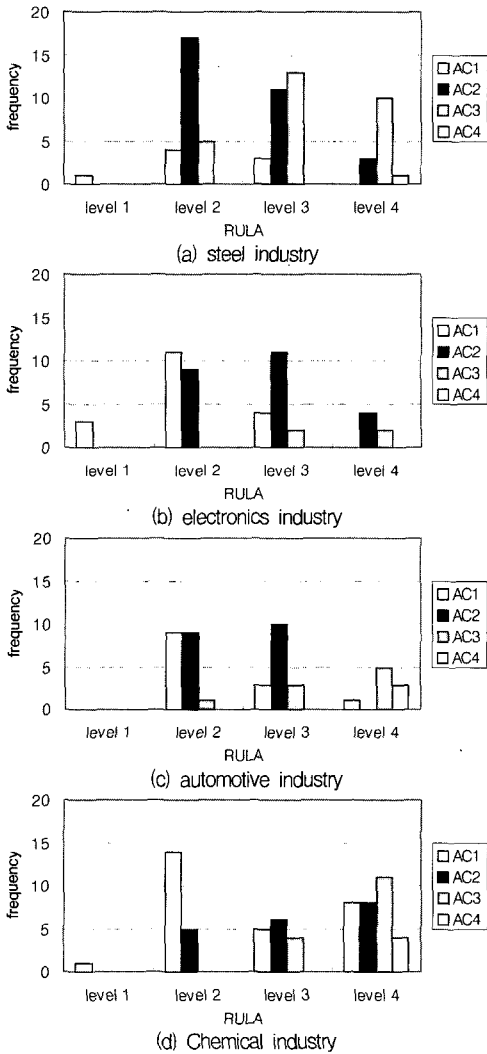


Fig. 1. Comparison of RULA and OWAS

있는 것으로 나타났다. 그러나, OWAS가 RULA보다 높게 평가하는 경우는 철강 산업과 자동차 산업에서 RULA action level 2에서 각각 5, 1 자세가 OWAS action category 3으로 평가된 것을 제외하고는 없었다.

3.1.2. RULA와 REBA 비교

RULA와 REBA 평가 결과는 Fig. 2에 나와 있으며, RULA에 비하여 REBA가 과소평가하고 있는 것으로 나타났다. RULA action level 1, 2 수준에서는 REBA와 평가 결과가 일치하는 비율이 높으나, RULA action level이 3, 4로 높아질수록 일치율이 떨어짐을 보이고 있다. RULA와 OWAS 비교 결과

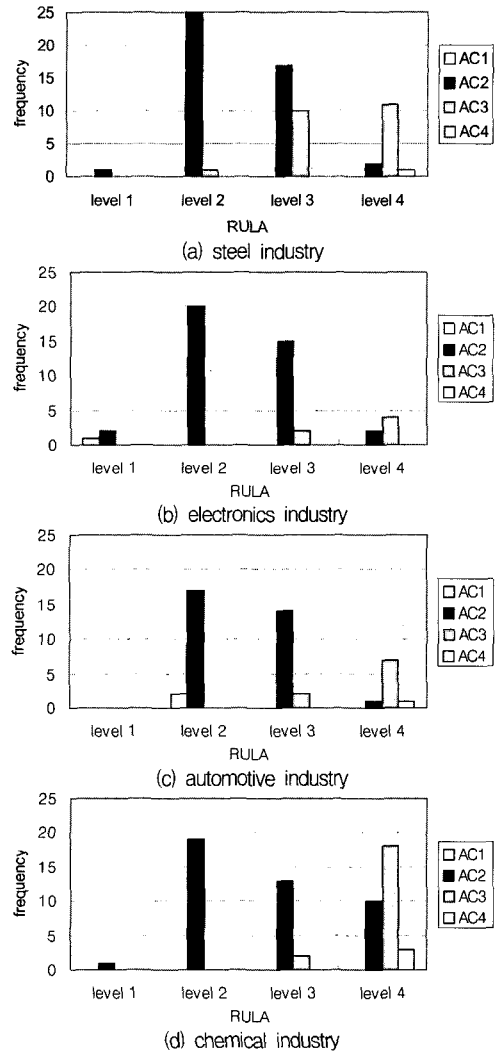


Fig. 2. Comparison of RULA and REBA

에서와 같이 과소평가 경향은 전자 산업에서 크게 나타났다. RULA action level 4인 자세를 REBA에서 action level 1로 극단적으로 저평가한 경우는 나타나지 않았으나, action level 2로 저평가한 경우는 15 자세가 있었다. 반대로 REBA가 RULA보다 고평가한 경우는 없었다.

3.1.3. OWAS와 REBA 비교

OWAS 평가 결과에 대한 REBA 평가 결과는 Fig. 3에 나와 있다. 그림에서 보는 바와 같이 OWAS가 REBA에 비하여 전반적으로 저평가하는 것으로 나타났다. 이러한 현상은 OWAS action category 1에서 두드러지게 나타났다.

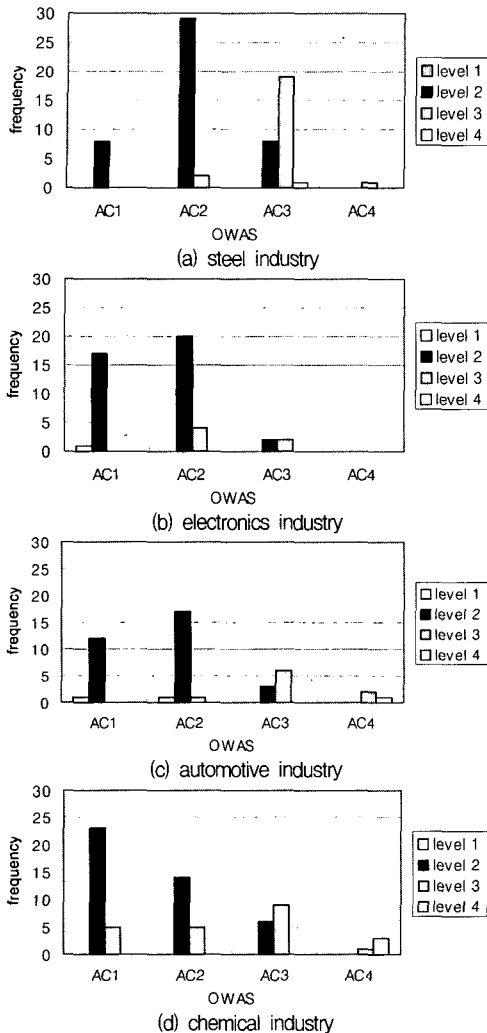


Fig. 3. Comparison of OWAS and REBA

### 3.2. 작업 내용별 분석

작업 내용별 분석에서는 작업을 들기 작업, 힘 쓰기 작업(75 자세, 들기 작업이라 함), 조립, 정비, 검사, 보전, 시험 작업(141 자세, 일반 작업이라 함)과 VDT, 자동차 운전, 지게차 운전, 계장 작업 등의 좌식 작업으로 이루어지는 작업(8 자세, 좌식 작업이라 하고, 의자에 앉아서 하는 작업에 국한함) 등 세 종류로 분류한다. 작업 내용별 세 자세 부하 평가 기법의 적용 결과는 다음 Table 1에 나와 있다. 작업 내용에 관계없이 OWAS, REBA가 RULA에 비하여 저평가하는 것으로 나타났고, 그 정도는 OWAS에서 더 크게 나타났다. 들기 작업에서 action category/level 3, 4로 평가하는 비율이 약 55%(세 기법 비율의

Table 1. Action category/level for 224 postures by methods and work

work	method	category/action level			
		1	2	3	4
lifting task	OWAS	23(30.7)	24(32.0)	23(30.7)	5(6.6)
	RULA	0(0.0)	13(17.3)	23(30.7)	39(52.0)
	REBA	0(0.0)	41(54.7)	30(40.0)	4(5.3)
general work	OWAS	45(31.9)	64(45.4)	30(21.3)	2(1.4)
	RULA	5(3.6)	65(46.1)	52(36.9)	19(13.4)
	REBA	3(2.1)	111(78.7)	26(18.5)	1(0.7)
seated work	OWAS	4(50.0)	4(50.0)	0(0.0)	0(0.0)
	RULA	0(0.0)	6(75.0)	1(12.5)	1(12.5)
	REBA	0(0.0)	7(87.5)	1(12.5)	0(0.0)

\*The numbers in parenthesis represent percentage values.

평균임)로 일반 작업 약 31%, 좌식 작업 약 13%에 비하여 높아 본 연구에서 다루어진 작업 중에서 들기 작업이 부하가 높은 것으로 조사되었다. OWAS, REBA의 저평가 경향은 일반 작업, 좌식 작업에 비하여 들기 작업에서 조금 완화되었다.

### 3.3. 하지 자세별 분석

하지 자세는 체중이 양 다리에 고르게 분포되어 있는가에 따라 2 종류로 나누었다. 이는 RULA에서 하지 자세를 2 그룹으로 나누었기 때문이다. 즉, OWAS, REBA는 하지 자세가 RULA에 비하여 상대적으로 다양하여 전신 자세 분석에 적용하는데 문제가 없으나, RULA의 경우는 주로 상지 자세의 분석에 적합한 것으로 알려져 있어 이를 확인하고자 RULA의 하지 분류 체계를 따랐다. 체중이 양 다리에 고르게 분포되어 있는 자세(입식 자세라 함)가 176개, 그렇지 않은 경우(기타 자세라 함)가 48 자세로 나누어졌다. 세 평가 기법의 적용 결과는 Table 2에 나와 있으며, 하지 자세에 관계없이

Table 2. Action category/level for 224 postures by methods and leg postures

leg posture	method	category/action level			
		1	2	3	4
balanced	OWAS	63(35.8)	76(43.2)	34(19.3)	3(1.7)
	RULA	5(2.8)	74(42.1)	56(31.8)	41(23.3)
	REBA	6(3.4)	113(64.2)	53(30.1)	4(2.3)
unbalanced	OWAS	4(8.3)	17(35.4)	22(45.8)	5(10.4)
	RULA	0(0.0)	10(20.8)	20(41.7)	18(37.5)
	REBA	0(0.0)	19(39.6)	28(58.3)	1(2.1)

\*The numbers in parenthesis represent percentage values.

RULA에 비하여 OWAS, REBA가 저평가하는 것으로 분석되었다. 하지 자세가 균형이 잡히지 않은 기타 자세에 비하여 균형이 잡힌 자세에서 저평가 경향이 완화된 것으로 나타났다.

### 3.4. 평가 기법별 평가 결과

224 자세에 대한 각 평가 기법별 최종 평가 결과인 action category/level은 Table 3에 정리되어 있다. OWAS는 category 1, 2에 약 71%가 해당되어 전반적으로 부하를 낮게 평가하였고, RULA는 action level 3, 4에 약 60%가 해당되어 부하를 높게 평가하는 것으로 나타났다. REBA는 평가 자세의 71%를 action level 2로 평가한 반면, action level 3, 4로는 약 28%만 평가하여 OWAS와 같이 RULA에 비하여 부하를 낮게 평가함을 보이고 있다.

### 3.5. 평가 기법별 평가 결과 일치율

평가 기법별 평가 결과의 일치율은 Table 2에 나와 있다. RULA와 OWAS는 33.5%, RULA와 REBA는 46.0%의 일치율을 보여, 평가 결과가 매우 상이함을 보이고 있다. OWAS와 REBA도 약 54%의 일치율을 보여 평가 결과가 일치할 확률이 높지 않음을 알 수 있다. RULA와 REBA는 action level 1, 2까지의 부하가 크지 않은 자세에 대해서는 약 92%의 일치율을 보여, 평가 결과가 거의 같음을 보이고 있다. OWAS와 RULA에서도 action category/level 1, 2에 대해서 약 51%의 일치율로 전체 일치율에 비하여 높게 나타나, OWAS, REBA는 부하가 낮은 수준에서는 RULA와 유사한 평가 결과를 보인다. 부하가 높아질수록 RULA의 평가 결과와 일치할 가능성이 작아짐을 알 수 있다.

Table 3. Action category/level for 224 postures by methods

	category/action level(%)			
	1	2	3	4
OWAS	29.9	41.5	25.0	3.6
RULA	2.2	37.5	33.5	26.8
REBA	1.3	71.0	25.5	2.2

Table 4. Coincidence rate of evaluation results among three methods(%)

	OWAS	RULA	REBA
OWAS	-	33.5(50.6*)	54.5(51.3*)
RULA	-	-	46.0(92.1*)

\*coincidence rate for category/action level 1, 2.

## 4. 토의 및 결과

본 연구에서는 철강, 전자, 자동차, 화학 산업 등에서 추출된 224자세에 대하여 OWAS, RULA, REBA를 이용하여 자세 부하를 평가하여, 그 결과를 바탕으로 세 기법을 비교하였다. 비교 결과 업종, 작업 내용, 하지 자세에 관계없이 OWAS, REBA는 RULA에 비하여 작업 자세 부하를 저평가하는 것으로 나타났다. 전체 평가 결과도 OWAS와 REBA는 action category/level 1, 2의 낮은 부하로, RULA는 action level 3, 4의 높은 부하로 평가하는 비율이 높았다. 그리고, RULA와 OWAS, REBA의 평가 결과 일치율도 각각 33.5%, 46.0%로 낮게 나타나, 평가 결과가 상이함을 보였다. 특히, 개발 배경으로 인하여 철강 산업에 가장 적합한 것으로 알려진 OWAS 평가 결과가, 철강업에서도 RULA에 비하여 낮게 평가하는 것으로 나타났다. RULA는 체중이 양 다리에 고르게 분포된 균형된 하지 자세를 가진 자세 평가에 적합한 것으로 알려져 있으나, 하지 자세별 분석에서 하지 자세의 균형 여부에 관계없이 OWAS, REBA에 비하여 부하를 높게 평가하는 것으로 분석되었다.

이상의 결과와 다음과 같은 이유로 하지 자세 분류에 문제가 있으나 RULA가 OWAS, REBA에 비하여 작업 자세 부하를 좀 더 정확하게 평가하는 것으로 판단된다: 1) Miedema et al.(1997)은 19개 자세의 최대 지속 시간과 그에 따른 자세 분류 결과를 OWAS의 평가 결과와 비교한 결과 10개 자세(약 52.6%)가 불일치하며, OWAS가 과소평가함을 보였다; 2) RULA 평가에서 action level 4로 부하가 매우 큰 것으로 평가된 자세에 대하여 OWAS에서 action category 1로 9 자세, action category 2로 15 자세, REBA에서는 action level 2로 15 자세를 평가하는 등 OWAS, REBA가 저평가하는 경향이 뚜렷하게 나타났다; 3) 문찬영(2004)에 의하면 18개 전신 자세에 대한 최대 지속 시간과 OWAS, REBA의 평가 결과 비교에서 OWAS, REBA가 저평가하는 것으로 나타났다. 또한, 근골격계질환을 예방하기 위한 안전의 관점에서도 부하를 저평가하기보다는 엄격하게(strict) 평가하고, 그 결과에 근거하여 개선하는 것이 안전 수준의 향상에 바람직하다고 할 수 있다. 따라서, REBA가 RULA에 비해 늦게 발표되었고 RULA 자세 분류 체계가 가지고 있는 문제의 상당 부분이 개선되어(예를 들어, 손목, 목, 몸통의

중립 자세, 목 신전 자세, 외부 부하의 산업 방법 등), 산업 현장에서 RULA보다 정확한 것으로 인식되고 있는 것은 잘못이라 할 수 있다. 한국산업안전공단<sup>8)</sup>, 이인석 등의 연구<sup>9)</sup>에서 본 연구에서 다른 세 평가 기법이 각기 다른 적용 분야를 가지고 있다고 하였으나, RULA 적용 사례와 본 연구의 결과에 비추어 볼 때 더 정확한 자세 부하 평가 체계가 개발되기까지는 RULA 사용이 권장된다 하겠다.

### 참고문헌

- 1) M. Hagberg, B. Silverstein, R. Wells, M.J. Smith, H.W. Hendrick, P. Carayon, M. Perusse, Work related musculoskeletal disorders (WMSDs), Taylor & Francis, London, 1995.
- 2) 노동부, 2002 산업재해분석, 서울, 2003.
- 3) D. MacLeod, The office ergonomics kit, Lewis Publishers, New York, 1999.
- 4) O. Karhu, P. Kansu, I. Kuorinka, "Correcting working postures in industry: a practical method for analysis", Applied Ergonomics, Vol. 8, No. 4, pp. 199~200, 1977.
- 5) L. McAtamney, E. N. Corlett, "RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders", Applied Ergonomics, Vol. 24, No. 2, pp. 91~99, 1993.
- 6) S. Hignett, L. McAtamney, "Rapid entire body assessment(REBA)", Applied Ergonomics, Vol. 31, pp. 201~205, 2000.
- 7) 한국산업안전공단, 근골격계부담작업 유해요인 조사 지침, 서울, 2003.
- 8) 한국산업안전공단, 근골격계질환 예방 유해요인조사 및 평가기법, 서울, 2003.
- 9) 이인석, 정민근, 최경임, "지각불편도를 이용한 관찰적 작업자세 평가 기법의 비교", 대한인간공학회지, Vol. 22, No. 1, pp. 43~56, 2003.
- 10) M. Mattila, W. Karwowski, M. Ilkki, "Analysis of working postures in hammering tasks on building construction sites using the computerized OWAS method", Applied Ergonomics, Vol. 24, No. 6, pp. 405~412, 1993.
- 11) J. A. Engels, J. A. Landeweerd, Y. Kant, "An OWAS-based analysis of nurses' working postures", Ergonomics, Vol. 37, No. 5, pp. 909~919, 1994.
- 12) C. Carrasco, N. Coleman, S. Healey, "Packing products for customers: An ergonomics evaluation of three supermarket checkouts", Applied Ergonomics, Vol. 26, No. 2, pp. 101~108, 1995.
- 13) G. B. Scott, N. R. Lambe, "Working practices in a perchery system, using the OVAKO Working posture Analysing System(OWAS)", Applied Ergonomics, Vol. 27, No. 4, pp. 281~284, 1996.
- 14) B. Joode, A. Burdorf, C. Verspuy, "Physical load in ship maintenance: Hazard evaluation by means of a workplace survey", Applied Ergonomics, Vol. 28, No. 3, pp. 213~219, 1997.
- 15) A. Choobineh, R. Tosian, Z. Alhamdi, M. Davar-zanie, "Ergonomic intervention in carpet mending operation", Applied Ergonomics, Vol. 35, pp. 493~496, 2004.
- 16) B. Gonzalez, B. Adenso-Diaz, P. G. Torre, "Ergonomic performance and quality relationship: an empirical evidence case", International Journal of Industrial Ergonomics, Vol. 31, pp. 33~40, 2003.
- 17) M. C. Miedema, M. Douwes, J. Dul., "Recommended maximum holding times for prevention of discomfort of static standing postures", International Journal of Industrial Ergonomics, Vol. 19, pp. 9~18, 1997.
- 18) 문찬영, 대칭/비대칭 자세의 최대 지속시간을 이용한 자세 평가 기법 비교, 포항공과대학교 석사학위 논문, 2004.