Journal of the Ergonomics Society of Korea
Vol. 30, No. 4 pp.465-472, August 2011 DOI:10.5143/JESK.2011.30.4.465

A Survey on Ergonomic Evaluation Methods of Agricultural Work for Preventing WMSDs

Yu-Chang Kim

Department of Industrial Management Engineering, Dong-eui University, Busan, 614-714

ABSTRACT

Objective: The aim of this paper is to introduce ergonomic evaluation methods for agricultural work. **Background:** Work-related Musculoskeletal Disorders(WMSDs) became a major problem in agriculture industry recently. A number of ergonomics evaluation methods have been developed in order to evaluate the work load for preventing WMSDs. The workload evaluation methods were developed for manufacturing industry. Therefore, these ergonomic evaluation methods were used carefully in agriculture industry because work type in agriculture different from work type in manufacturing. **Method:** Various references of ergonomic evaluation methods such as OWAS, REBA, RULA, NLE and Snook table have been reviewed for agricultural work. **Results:** This paper presents the characteristics, the selection and application procedure of ergonomic evaluation methods for agricultural work. **Application:** These results can be used to provide baseline information for ergonomic evaluation methods.

Keywords: Ergonomics Evaluation, Agriculture, WMSDs

1. Introduction

세계적으로 농업에 종사하는 인력은 전세계 노동력의 약 50% 정도이며, 농업은 타 산업에 비하여 재해율이 높아 광업, 건설업과 함께 3대 위험 산업으로 분류되고 있으며 미국, 유럽 등 선진 여러 나라에서는 국가적으로 고 위험 산업인 농업의 재해 예방 및 관리 대책에 많은 정책적 관심을 기울이고 있다(ILO, 2003). 그러나 한국은 선진국에 비해 농업 작업자에 대한 재해보상 및 예방관리 체계가 매우 미흡하여, 다른 산업의 작업자와 비교하여 직업성 질환 및 사고로부터 보호받지 못하고 있다. 또한 재해의 현황 파악과 원인 및 대책에 대한 연구활동도 매우 미흡하여 이에 대한 연구가 시급한 실정이다.

농업 작업자들은 업무상 재해의 다양한 문제들에 노출되고 있으나 작업과 질환과의 관련성 규명이 어렵고, 농업의 산업재해 통계는 그 대상이 근로자로 한정되어 있어 농업 작업자의 대부분을 차지하는 자영 농업 작업자는 통계에서 제외되어 있는 실정이기 때문에 농업의 재해를 정확히 파악하기 어렵다. 재해율은 알려진 것보다 훨씬 높을 것으로 예상된다(Kim and Shin, 2010).

2006년 농작업 안전모델 시범 및 장기농업인 건강연구평가 사업조사결과, 농업인의 근골격계 증상 유병율은 80.6%로 매우 높았으며, 주로 허리(52%), 다리/무릎(51%), 어깨(38%) 등의 부위에 집중되어 제조업 작업자에 비해 하지 부위 증상 호소율이 높은 특징을 보였다(RDA, 2008).

농업 작업자의 근골격계 증상조사에서 "중간통증 이상"의 신체 부위에 대한 빈도는 어깨가 27.3%로 가장 높게 나타났으며, 허리 21.0%, 목 15.9%, 다리/발 14.8% 순으로 나타났으며, 농작업자 중 45%가 근골격계질환에 대한 관리가 필요한 것으로 조사되었다(Kim and Shin, 2010). 이러한 근골격계질환을 감소하기 위해서는 농작업의 유해요인을 찾아내고 이에 따른 인간공학적 작업개선이 이루어 져야 하며, 효율적인 작업개선을 하기 위해서는 농작업 부하를 평가하

Corresponding Author: Yu-Chang Kim. Department of Industrial Management Engineering, Dong-eui University, Busan, 614-714.
E-mail: yckim@deu.ac.kr
Copyright@2011 by Ergonomics Society of Korea(pISSN:1229-1684 eISSN:2093-8462). All right reserved.

여야 한다.

작업자의 작업부하 종류로는 정신적 작업부하와 육체적 작업부하로 나눌 수 있다. 정신적 작업부하 평가방법으로는 주임무 평가척도, 생리적 평가척도, 주관적 평가척도를 이용하여 수행하고 있다. 그러나 현재 농작업에서 근골격계질환이 가장 큰 문제가 되고 있기 때문에 본 논문에서는 육체적 작업평가만을 다루고자 한다.

육체적 작업평가 중 전신작업과 같은 동적작업(dynamic work)은 산소소모량이나 심장 박동수를 측정하여 평가할 수 있으며, 자세 유지 등과 같은 정적작업에는 근육활동도인 EMG를 측정하여 평가를 하고 있다. 그러나 이러한 평가방법에는 복잡하고 고가인 특별한 장비를 사용하여야 하기 때문에 산업현장이나 농작업 등에 사용하기가 어렵다. 따라서 현장에서는 측정기기를 이용하지 않고 간단한 작업자세 관찰 등을 근거로 한 간단한 평가방법을 이용하고 있다. 이러한 평가방법은 측정기기를 이용하는 것보다 정밀도는 떨어지나, 간편하고 사용하기가 쉽다. 따라서 인간공학 전문가뿐만 아니라 현장관리자도 교육을 받아 작업평가에 사용할 수 있기 때문에 많은 평가방법들이 개발되어 사용하고 있다(Park, 2010).

산업현장에서 측정기기를 사용하지 않는 인간공학적 작업평가기법으로는 OWAS, REBA, RULA, JSI, NLE, SNOOK Table, 3D SSPP 등이 많이 사용되고 있다(Karu et al., 1977; Hignett and McAtamney, 2000; McAtamney and Corlett, 1993; Moore and Garg, 1995; NIOSH, 1981; Snook and Ciriello, 1991; Chaffin, D. B., 1997). 이외에 ANSI-Z365, QEC 등과 같은 간단한 체크리스트와 주관적 평가방법인 Borg Scale 등도 일부 사용되고 있다(ANSI, 1995; David, 2008; Borg, 1998). 이러한 인간공학적 평가방법은 대부분 자동차 업종 등과 같은 제조업을 대상으로 주로 상지작업과 중량물 취급작업을 분석하는 데 적합하도록 개발되었다(Armstrong et al., 1993). Table 1과 같이 농작업의 형태는 자동차 부품조립 등과 같은 단순조립작업의 작업형태와는 다르며, 특히 농작업에서 가장 많은 자세를 차지하는 자세는 무릎을 끓거나 쪼그려 앉은 자세이나 자동차 조립부품 제조업 등에서는 드물게 발생한다(Kim and Ryu, 2009). 따라서 농작업에서 인간공학적 작업평가방법을 이용하여 작업을 평가할 때는 평가방법의 특성과 한계를 이해하고 주의하여 평가하여야 한다. 많은 인간공학적 작업평가 보고서를 조사하면 각 농작업의 특성과 맞지 않은 인간공학적 평가기법을 맹목적으로 사용하고 있는 실정이다. 본 연구에서는 농작업 평가에서 많이 사용되는 OWAS, REBA, RULA, NLE, Snook Table의 개요, 장단점, 농작업 적용사례 등을 다루고자 한다.

Table 1. Working types frequently happening

구분	자동차부품 제조업(%)	농업 (%)
무릎을 꿇거나 쪼그려 앉아서 하는 작업	1.3	14.2
허리를 구부리거나 비틀어서 하는 작업	10.0	12.0
장시간 서서 하는 작업	22.7	11.4
중량물(수확물)을 들어 올리는 작업	9.5	11.1
팔이 어깨 높이나 그 위에서 하는 작업	2.5	10.0
목을 구부리거나(뒤로 젖히거나) 비틀어서 하는 작업	7.8	9.7
팔, 손/손목, 손가락을 사용하는 잦은 반복적인 움직임이 있는 작업	22.8	9.7
팔이나 손을 길게 뻗어서 하는 작업	11.6	7.0
장시간 앉아서 하는 작업	1.2	7.0
중량물(수확물)을 밀거나 당기는 작업	4.7	4.7
몸을 앞으로 구부리거나 기대서 하는 작업	4.0	2.5
장시간 진동발생 공구(망치, 그라인더 등)를 사용하는 작업	1.9	0.6

2. Ergonomics Evaluation Methods

2.1 OWAS(Ovako Working Posture Analysis System)

1970년대 중반 핀란드의 철강회사인 Ovako사와 FIOH (Finnish Institute of Occupational Health)는 근력을 발휘하기에 부적절한 작업자세를 구별해낼 목적으로 OWAS라는 작업자세 분류방법을 공동 개발하였다(Karu et al., 1977). OWAS는 작업자세 측면의 작업부하에 초점을 맞춘 것으로 현장 작업장에서 쉽게 이용할 목적으로 특별한 기구 없이 관찰에 의해서 작업자세를 평가할 수 있도록 하였다. 이 기법은 작업자의 허리, 팔, 다리의 작업자세를 포함하며, 작업부하로는 취급 물체의 무게를 이용한다. OWAS는 작업자세 분류가 단순하여 현장적용이 용이한 장점 때문에 철강공장, 기계공장, 정비공장, 건축업 등 많은 작업장에서 작업자세를 평가하기 위한 방법으로 이용되었다. 그러나 이 기법은 분석결과가 구체적이지 못하고, 세밀한 분석이 어려운 단점이 있다. 이러한 단점을 보완하기 위해 순간의 작업자세보다는 작업사이클 전체를 촬영한 후 일정간격으로 작업을 샘플링하여 분석한 후, 그 평균값으로 작업을 평가하는 것이 일반적이다. OWAS의 최종 평가결과는 Action Category를 4단계로 나누어 평가한다.

OWAS는 농작업에서 가장 빈번하게 작업을 평가하는 데 사용하는 기법이며, Lee and Lee(2007)는 양계작업, Lee et al.(2010) 포도 수확작업 평가에 OWAS를 이용하였다.

OWAS는 한국의 농작업 개선을 위한 편이장비 지원사업에서 기본 평가도구로 사용되고 있으며 과수원에서 울타리치기 위한 항타작업, 쪼그려 앉아서 하는 수확작업, 피복작업 등의 작업분석에 사용되었다(RDA, 2010).

과수원이나 농장 울타리를 만들기 위해 목재를 땅에 박는 농작업에서 OWAS의 적용사례는 아래와 같다. 작업자세 분석결과 허리를 비틀거나 옆으로 굽히는 자세, 한 쪽 발에 중심을 두고 선 자세, 양팔을 어깨 위로 올린 자세, 하중은 10kg 이하로 분석되어 OWAS의 최종평가는 Action Category 3이 되었다. 따라서 본 작업은 개선이 요구되는 작업으로 판정되어 인력이 요구되지 않는 항타기 기계를 도입하여 작업을 개선하였다.

Figure 1. Working posture before using the Pile Driver

Table 2. The result of OWAS in putting pile work

신체 부위	자세
허리	비틀거나 옆으로 굽히는 자세
다리	한 쪽 발에 중심을 두고 선 자세
팔	양팔을 어깨 위로 올린 자세
하중	10kg 이하
분석결과	Action Category 3 이 자세는 근골격계에 매우 유해함으로 조기에 개선해야 함

2.2 REBA(Rapid Entire Body Assessment)

RULA는 상지작업 평가를 주 목적으로 개발되었기 때문에 전신작업을 평가하는 데는 어려움이 있다. 이에 RULA를 개발했던 팀들이 RULA와 유사한 평가절차를 가진 전신작업을 평가할 수 있는 REBA를 개발하였다(Hignett and McAtamney, 2000). 주로 간호작업, 청소작업, 제재작업 등 비고정적이고 예측이 힘든 다양한 자세에서 이루어지는 서

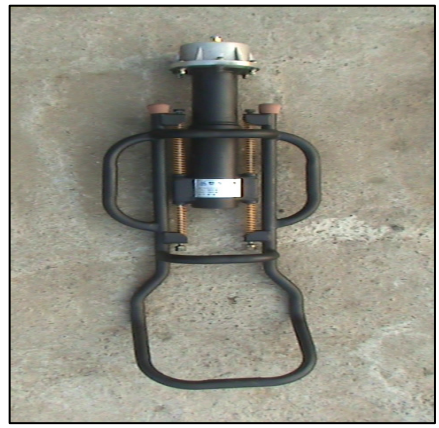

Figure 2. Example of Pile Driver

Figure 3. Working posture after using the Pile Driver

비스업에서의 전신작업 평가에 주로 사용되었다. 그러나 반복성과 노출시간에 대한 고려가 미흡하며 좀 더 추가적인 검증작업이 필요하다는 학계의 의견도 존재한다. REBA의 최종평가는 Action Level을 5단계(0~5단계)으로 분류하나 OWAS와 RULA와 같이 3, 4등급이 개선대상 작업으로 평가하기 때문에 개략적으로 평가결과를 비교할 수 있다. Lee and Lee(2007)는 양계작업, Lee et al.(2010)은 포도 수확작업 평가에 REBA를 이용하였다. REBA는 한국의 농작업 개선을 위한 편이장비 지원사업에서 기본 평가도구로 사용되고 있으며 수확작업, 포장작업, 하우스 개폐작업 등의 작업분석에 사용되었다(RDA, 2010).

채소 수확작업에서 REBA의 적용사례는 아래와 같다. 작업자세 분석결과, 허리를 60° 이상, 목을 0~20°만큼 구부리고 윗팔은 몸통에서 90° 이상, 아래팔은 60~100°, 손목은 0~15°만큼 굽힌 상태에서 작업이 이루어진다. 수확작업에 대한 REBA 분석결과 Action Level 3으로 빠른 시일 내에 작업자세에 대한 개선이 필요하다고 판단되어 보조의자를 개발하여 작업을 개선하였다.

Figure 4. Working posture before using the Assistant Chair

Table 3. The result of REBA in harvest work

구분		자세
그룹 A	허리	60° 이상
	목	0~20°
	다리	안정적인 자세(30~60° 구부림)
	무게/힘	5kg 이하
그룹 B	윗팔	90° 이상
	아래팔	60~100°
	손목	0~15°
	손잡이	좋음
분석결과		Action Level 3 이 자세는 빠른 시일 내에 작업 자세에 대한 개선이 필요함

Figure 5. Example of Assistant Chair

Figure 6. Working posture after using the Assistant Chair

2.3 RULA(Rapid Upper Limb Assessment)

영국의 노팅햄대학(Univ. of Nottingham)에서 1993년에 어깨, 팔목, 손목, 목 등 상지에 초점을 맞추어 작업자세로 인한 작업부하를 평가하기 위해 개발한 기법이다(McAtamney and Corlett, 1993). RULA는 OWAS와 마찬가지로 특별한 측정 장비 없이 분석자가 관찰을 통해 작업자세를 분석할 수 있도록 고안된 것이나, OWAS 계통의 작업자세 평가기법과는 다르게 작업자세 분류체계에 부하 수준을 정의하고 이를 근거로 작업부하를 분석하는 방법을 이용하고 있어 접근방식이 보다 합리적이라 할 수 있다. RULA는 근육의 피로를 유발시킬 수 있는 부적절한 작업자세, 힘, 그리고 정적이거나 반복적인 작업과 관련된 신체적인 부담요소를 파악하고 그에 따른 포괄적인 평가를 하는 기법이다. RULA의 최종 평가결과는 Action Level을 4단계로 나누어 평가한다. RULA는 상지의 분석에 초점을 두고 있기 때문에 전신의 작업자세 분석에는 한계가 있다. 예를 들어, 쪼그려 앉은 작업자세 등은 분석하기가 어렵다. RULA는 한국의 농작업 개선을 위한 편이장비 지원사업에서 평가도구로 사용되고 있으며 방제작업, 적과작업, 선별 및 포장작업 등의 작업분석에 사용되었다(RDA, 2010).

살충제를 분무하는 방제작업에서 RULA의 적용사례는 아래와 같다. 충전식 분무기 도입 전 작업자세 분석결과, 윗팔이 몸통 전후 20° 이내에 있고 아래팔은 100° 이상, 손목은 15° 이상 접히거나 구부리게 되며 2~10kg의 반복적인 부하로 근육을 반복적으로 사용한다. 목은 10~20°, 몸통은 0~20°만큼 앞쪽으로 구부리게 되며 10kg 이상의 정적이고 반복적인 부하로 근육을 반복적으로 사용한다. 방제작업에 대한 RULA 분석결과 Action Level 4로 작업환경에 대한 즉각적인 개선이 필요하다고 판정되어 전자동 충전식 분무기를 도입하여 개선하였다.

Figure 7. Working posture before using the Rechargeable Sprayer

Table 4. The result of RULA in pest control work

구분		자세
그룹 A	윗팔	-20~20°
	아래팔	100° 이상
	손목	15° 이상
	손목 비틀림	적당하게 회전
	근육	반복적인 작업
	무게/힘	2~10kg 반복적인 부하
그룹 B	목	10~20°
	몸통	0~20°
	다리/발	다리와 발에 골고루 분배
	근육	반복적인 작업
	무게/힘	10kg 이상 정적이고 반복적인 부하
분석결과		Action Level 4 이 자세는 즉각적인 작업환경의 개선과 작업자세에 대한 정밀조사가 필요함

Figure 8. Example of Rechargeable Sprayer

Figure 9. Working posture after using the Rechargeable Sprayer

2.4 NLE(NIOSH Lifting Equation)

1991년 미국산업안전보건연구원(National Institute for Occupational Safety and Health: NIOSH)에서는 주어진 작업조건에서 들기 작업 시 안전하게 작업할 수 있는 작업물의 중량을 계산하기 위한 지침을 제시하였다(NIOSH, 1981). 이 평가기법은 인체역학적 작업부하, 작업자세로 인한 부하, 생리적 측면의 작업부하를 모두 고려한 것이다. 이 지침은 작업장에서 중량물 취급작업을 조사하는 데 가장 많이 사용되고 있다. 1991년 최근의 역학적 자료를 근거로 몇 가지 사항을 부가하여 응용범위를 더 확장한 개정된 지침을 발표하였다. 개정된 방법에는 개정된 들기식과 추천된 무게한계(RWL, Recommended Weight Limit), 들기지수(LI, Lifting Index) 개념이 있다. RWL은 거의 모든 사람들이 들 수 있는 무게를 의미하며 작업과 관련된 부하상수(LC), 손의 수평위치(HM), 손의 수직위치(HM), 물체의 수직이동거리(DM), 몸통회전각도(AM), 작업빈도(FM), 손잡이형태(CM)를 곱해 계산한다. LI는 작업 시 무게(L)를 RWL로 나누어 계산한다. 만일 LI가 1을 초과하면 위험한 것으로 간주된다. 또한 LI는 인간공학적 개선을 하는 데 작업의 우선순위를 정하는 데도 유용하다.

$$RWL = LC * HM * HM * DM * AM * FM * CM$$
$$LI = L / RWL$$

그러나 이 NLE 기법은 들기 작업에만 적절하게 쓰일 수 있기 때문에, 밀기, 당기기 등과 같은 작업들에 대한 평가에는 어려움이 있다. NLE는 한국의 농작업 개선을 위한 편이장비 지원사업에서 평가도구로 사용되고 있으며 적재작업, 수확물의 들기 작업 등의 작업분석에 사용되었다(RDA, 2010).

냉동창고에 과일을 적재하는 농작업에서 NLE의 적용사례는 아래와 같다. 작업을 분석결과 매우 힘든 작업이기 때문에 시점과 종점 모두 RWL를 초과하여 LI가 1 이상이 되었다. 따라서 이 작업은 즉각적 개선이 요구되어 리프트를 설치하여 작업을 개선하였다.

Figure 10. Working posture before using the Lifts

Table 5. The result of NLE in load work

구분	시점	종점
작업물 무게	23kg	23kg
수평거리	30cm	50cm
수직거리	35cm	170cm
비대칭각도	0°	45°
분당빈도수	4회/분	4회/분
들기 작업시간	1.5시간	1.5시간
손잡이	보통	보통
RWL	9.8015	4.3277
LI	2.3466	5.3207
분석결과	작업물의 무게가 RWL를 초과함으로 LI가 1 이하가 되도록 작업을 설계해야 함	작업물의 무게가 RWL를 초과함으로 LI가 1 이하가 되도록 작업을 설계해야 함

2.5 Snook Table

Snook Table은 정신물리학적 접근방법으로 인력운반작업에서 안전한계치를 결정하기 위해 Snook에 의해 개발되었다(Snook and Ciriello, 1991). Snook Table은 들기, 내리기, 밀기, 당기기, 나르기 등의 중량물 취급작업에서 허용가능한 중량물 혹은 힘을 표로 나타낸 것이다. 특히 밀기/당기기 등의 작업을 평가하는 데는 다른 간단한 평가방법이 거의 없기 때문에 Snook Table 평가방법이 광범위하게 사용되고 있다. Snook Table 평가방법은 표에 제시된 평가요소들의 값의 간격이 커서 중간 값에 대해서는 보정하여야 하는 단점이 있다. Snook Table은 한국의 농작업 개선을 위한 편이장비 지원사업에서 평가도구로 일부 사용되고 있으며 운반작업 등의 작업분석에 사용되었다(RDA, 2010).

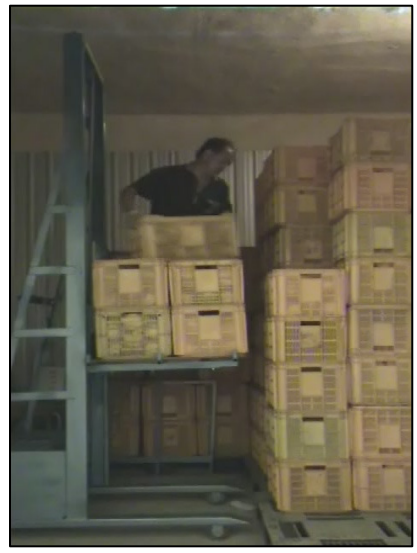

Figure 11. Working posture after using the Lifts

수확물 운반 농작업에서 Snook Table의 적용사례는 아래와 같다. 작업자세 분석결과, 남성 작업자를 기준으로 운반거리가 61m이고 수직거리가 지면으로부터 64cm이며 분석대상자의 키는 집단의 50%에 해당한다. 작업빈도(주기시간)는 2분이며 힘의 종류는 Initial Forces이다. 운반작업에 대한 Snook Table 분석결과 당기기 작업 시 작업물 무게가 25kg으로 허용가능중량 22kg을 초과하며, 밀기 작업 시 작

Figure 12. Working posture before using the Electronic Truck

업물 무게가 21kg으로 허용가능중량 19kg을 초과한다. 따라서 현 작업은 개선이 요구되는 작업으로 판정되어 전동식 대차를 도입하여 개선하였다.

Table 6. The result of Snook Table in transport work

구분	당기기	밀기
성별	남	남
운반거리	61.0m	61.0m
수직거리	64cm	64cm
키	50%	50%
작업빈도	2min	2min
힘 종류	Initial Forces	Initial Forces
작업물 무게	25kg	21kg
분석결과	22kg 현 작업은 작업물의 무게가 허용가능중량 보다 크므로 즉시 개선이 요망됨	19kg 현 작업은 작업물 무게가 허용가능중량 보다 크므로 즉시 개선이 요망됨

Figure 13. Working posture after using the Electronic Truck

위에서 설명하였듯이 작업부하를 평가하는 인간공학적 방법은 매우 많고 그 장단점도 다르다. 이러한 평가방법을 선택해 사용하는 데 있어 각 방법들을 잘 이해하여야 올바른 평가를 할 수 있다. 이에 각 평가방법을 사용할 때 참고할 수 있도록 각 인간공학적 평가방법의 특징과 적용 대상작업을 Table 7에 나타내었다(Park, 2010; RDA, 2010).

3. Conclusion

한국 농작업에서 많이 사용되고 있는 인간공학적 평가기법들은 미국이나 유럽에서 개발되었고, 서양인의 체형과 생리적 특성치를 포함하고 있는 것들이기 때문에 우리나라 사업장에 적용하기에는 무리가 있는 것으로 평가되는 것들도 있음에 유의해야 한다. 대부분의 인간공학적 평가방법은 자동차 업종 등과 같은 단순조립작업에 맞게 개발된 것이 많기 때문에 주로 상지 작업과 중량물 취급작업을 분석하는 데 적합하나 한국의 농작업에서 많이 발생하는 쪼그려 앉은 작업 등과 하지 자세를 분석하는 데 어려움이 있다(Kim and Ryu 2005). 최근에 한국인에 맞는 하지의 작업부하를 평가방법을 개발하려는 시도가 진행되고 있으나 매우 미약한 실정이다(Hong and Kim, 2009; Kong et al., 2010). 또한 한국의 농작업에 종사하는 작업자가 고령 작업자와 여성 작업자가 많은 부분을 차지하는 데 이를 고려한 평가기법의 개발이 필요하다. 따라서 앞으로 국가차원에서 한국인에 맞는 농작업 평가기법의 개발에 많은 노력을 하여야 할 것이다.

인간공학적 작업평가기법은 해당 작업과 근골격계질환 관련성을 입증하는 데 사용하는 것 보다는 부적절한 작업장의 구조와 불편한 작업자세 등의 근골격계질환 발생요인의 분석을 통하여 작업환경에 포함된 위험요인을 파악하고 이를 개선함으로써 근골격계질환의 예방을 위한 자료로 활용되어

Table 7. Characteristics of ergonomic evaluation method

평가기법	평가되는 유해요인	관련된 신체 부위	적용대상 농작업 예	한계점
OWAS	작업자세, 과도한 힘, 노출시간	팔, 허리, 다리	항타작업, 수확작업, 배토작업, 피복작업, 양계작업	반복성과 노출시간 고려 미흡, 세밀한 분석이 어려움
REBA	반복성, 작업자세, 과도한 힘	목, 허리, 다리, 팔, 손	수확작업, 피복작업, 포장작업, 하우스 개폐작업, 양계작업	반복성과 노출시간 고려 미흡
RULA	반복성, 힘(근력 사용), 작업 자세, 접촉 스트레스	목, 팔, 손, 허리	방제작업, 적과작업, 포장작업	상지 분석에 초점이 맞추어져 전신작업 평가가 부족
NLE	반복성, 작업자세, 과도한 힘, 손잡이	허리	적재작업, 수확물 등 중량물 들기 작업	중량물 들기 작업 한정, 전문성 요구
Snook Table	반복성, 작업자세, 힘	허리, 어깨, 다리	운반작업, 당기기 방식의 엔진 시동작업	중량물 작업 한정, 평가요소의 보정

야 할 것이다. 각 작업과 근골격계질환 관련성은 인간공학적 평가기법 외에 전문가의 다양한 요소에의 접근이 필요하다. 다양한 인간공학적 작업평가기법은 각각 특징과 장단점을 가지고 있어 한 가지 평가기법만을 고집하여 사용하는 것은 분석결과의 신뢰성을 떨어뜨릴 수도 있음에 유의하여야 한다. 또한 작업에 맞지 않는 평가기법을 사용하지 않도록 평가자는 평가기법을 충분히 숙지하여야 한다.

한국의 제조업에서는 근골격계부담작업에 해당되는 작업에는 3년마다 유해요인조사를 시행하고 문제점이 발견되면 개선하도록 법에 규정하고 있다. 그러나 자영업이 많은 농작업에 대해서는 그 적용이 매우 미미하기 때문에 이에 대한 제도적 보완이 필요하며, 특히 농작업의 작업평가와 작업개선을 담당할 인력양성이 중요하다고 판단된다.

인간공학적 평가기법들을 다루기 위해서는 어느 정도 교육을 받아야 하며 어떤 평가기법들은 약간의 계산도 해야 하는 번거로움이 있다. 또한 작업현장에서 비디오 촬영 후 사무실에서 분석을 하여야 한다. 이런 문제점들을 해결하기 위해 스마트폰이나 아이패드 등과 첨단기기를 이용할 수 있도록 인간공학적 평가기법들을 프로그램화하여 보급하여야 한다.

References

Amstrong, T., Buckle, P., Fine, L., Harberg, M., Jonsson., Kilbom, A., Kuorinka, I., Silverstein, B., Sjogaard, G. and Viikari-Juntura, E., A conceptual model for work-related neck and upper-limb musculoskeletal disorders, *Scandinavian Journal of Work, Environmental and Health*, 19, 73-74, 1993.

ANSI, Control of work related cumulative trauma disorders, Part 1: upper extremities, ANSI Z-365 Working Draft. Itasca, IL. 1995.

Borg, G., Borg's perceived exertion and pain scales, Human Kinetics, 1998.

Chaffin, D. B., Development of computerized human statics strength simulation model for job design, *Human factors and ergonomics in manufacturing*, 7(4), 305-322, 1997.

David, G., Woods, V., Li., G. and Buckle P., The development of the Quick Exposure Check (QEC) for assessing exposure to risk factors for work-related musculoskeletal disorders, *Applied Ergonomics*, 39(1), 57-69, 2008.

Hignett, S. and McAtamney, L., Rapid Entire Body Assessment (REBA), *Applied Ergonomics*, 31, 201-205, 2000.

Hong, C. W. and Kim, Y. C., The Evaluation of Workload on Lower Limbs Muscles in Imbalanced Lower Limbs Postures Using EMG for Preventing WMSDs, *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 28(3), 81-85, 2009.

ILO, Facts on Agriculture, 2003.

Karhu, O., Kansi, P. and Kuorinka, I., Correcting working postures in industry: A practical method for analysis, *Applied Ergonomics*, 8(4), 199-201, 1977.

Kim, Y. C. and Shin, Y. S., The Survey of Work-Related Musculoskeletal Disorders for Agricultural Workers, *Spring Conference of Ergonomics Society of Korea*, 2009.

Kim, Y. C. and Ryu, Y. S., Ergonomic Evaluation of The Hazardous Jobs in Squatting Work Posture Ergonomic Evaluation of The Hazardous Jobs in Squatting Work Posture, *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 24(1), 37-41, 2005.

Kong, Y. K., Han, J. G. and Kim, D. M., Development of an Ergonomic Checklist for the Investigation of Work-related Lower Limb Disorders in Farming-ALLA: Agricultural Lower limb Assessment, *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 29(6), 933-942, 2010.

Lee, K. S., Kim, K. W., Choi, H., Kim, C. H., Nam, S., Lee, K. M., Choi, Y. W. and Park, K. S., Evaluation of Convenience Equipment for Improve Work Efficiency and Preventing of Farm Work-Related Musculoskeletal Disorders, *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 29(4), 495-503, 2010.

Lee, K. S. and Lee, S. H., Musculoskeletal Stress Disorder Problems at a Chicken Farm, *Journal of the KOSOS*, 22(4), 91-95, 2007.

McAtamney, L. and Corlett, N., RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders, *Applied Ergonomics*, 24(2), 91-99, 1993.

Moore, J. S. and Garg, A., The strain index: A proposed method to analyze jobs for risk of distal upper extremity disorders, *America Industrial Hygiene Association Journal*, 56, 443-458, 1995.

NIOSH, Work practices guide for manual lifting, NIOSH technical report, NIOSH, 1981.

Park, J. H., A survey on the Workload Evaluation Methods and Their Application to WMSD work in industries, *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 29(4), 435-444, 2010.

RDA, Disease, Accident and Public Health Consciousness of Agriculture, Forestry and fishing worker, 2008.

RDA, The performance evaluation and the effect analysis of convenience Equipment, 2010.

Author listings

Yu-Chang Kim: yckim@deu.ac.kr

Highest degree: PhD., Department of Industrial Engineering, KAIST

Position title: Professor, Department of Industrial Management & Engineering, Dong-eui University

Areas of interest: Ergonomics in safety and Health, WMSDs, Human Error, Job Stress, Product Liability

Date Received : 2011-06-20

Date Revised : 2011-07-26

Date Accepted : 2011-07-26