Journal of the Ergonomics Society of Korea
Vol. 30, No. 4 pp.443-450, August 2011 DOI:10.5143/JESK.2011.30.4.443

Ergonomic Guidelines and Intervention Procedures for Farm Workers*

Byung Yong Jeong, Yong Hwan Kim

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

ABSTRACT

Objective: The aim of this paper is to introduce ergonomic guidelines and intervention procedures for farm workers. **Background:** It is necessary to ameliorate the conditions of risky and hazardous work for farm workers. **Method:** Various references and books have been reviewed to assess ergonomic guidelines and intervention procedures for farm workers. **Results:** Human centered intervention has become an important approach not only to prevent musculoskeletal disorders but also to enhance the efficiency of work for farm workers. **Conclusion:** Farm work should be improved by active cooperation with researchers in field of ergonomics. **Application:** These results can be used to provide baseline information for more effective improvements of farm work.

Keywords: Musculoskeletal disorder, Ergonomic intervention, Ergonomic guideline, Farm worker

1. Introduction

근골격계질환의 발생은 작업자의 노동력 손실, 작업의 품질 저하, 산재보상비용의 증가 등으로 이어져 사회 · 경제적인 측면에서 많은 문제를 야기시키게 된다. 우리 나라에서는 1997년부터 근골격계질환이 직업병으로 인정되면서 예방에 관심을 갖기 시작하였으며, 2003년부터는 산업안전보건법에서 사업주에게 근골격계질환 예방을 위한 조치의무를 부과하고 있다(Jeong, 2010).

최근 연구자들은 근골격계질환의 예방을 위하여 산업별 발생 특성을 분석하고(Kim *et al.*, 2008; Kim *et al.*, 2009b), 예방관리 프로그램과 작업 개선 등의 방안을 제시하고 있다(Lee *et al.*, 2007; Pyo and Jeong, 2007; Kim, 2008; Kim *et al.*, 2009a).

전통적으로 농업은 광업, 건설업과 함께 3대 위험산업으로 분류되고 있다. 미국의 Guo *et al.*(1999)은 농업에 종사하는 작업자의 연간 요통환자 발생률은 미국 전체 산업 평균의 1.5배라고 보고하였으며, 우리 나라도 농업에서 발생한 재해율이 비농업의 평균 재해율보다 2.4배 높은 것으로 보고되고 있다(Kim *et al.*, 2008a).

농작업은 힘들고 위험을 내포한 작업이 많이 존재하며, 상대적으로 제조업에 비해 여성과 고령 작업자의 비율이 높다. 따라서, 근력이나 감각이 떨어지는 농작업자들까지도 안전하고 쉽게 작업할 수 있도록 농작업자들을 배려하는 설계 철학이 필요하다. 농촌진흥청에서는 2008년부터 농작업 중에서 힘들고 위험이 큰 중량물 취급 작업 등을 개선하기 위하여 농작업 환경개선 편이장비 지원사업을 추진하고 있다. 편이장비 지원사업의 전개는 농작업자를 고려한 편리한 농기계를 저렴한 가격으로 보급함으로써, 힘들고 어려운 농작업을 개선하는 효과가 있으며, 농작업자의 의견이 농기계 설계에 직접 반영된다는 의식의 확산으로 농작업자 중심의 농기계 설계로 이어지는 기대 효과를 얻고 있다(Lee *et al.*, 2010).

현장에서 이루어지는 개선 활동에 관한 연구는 주로 설비, 작업 환경 등의 개선이 포함된 인간공학적 개선에 관한 연구가 주를 이루게 되므로, 농작업과 관련된 불편함이나 어려운 점을 파악하고, 개선시키는 과정과 개선 원리를 이해하는 것은 매우 중요한 일이다. 미국 NIOSH(2001)에서는

Corresponding Author: Byung Yong Jeong. Department of Industrial and Management Engineering, Hansung University, Seoul, 136-792.
Phone: 02-760-4122, E-mail: byjeong@hansung.ac.kr
Copyright@2011 by Ergonomics Society of Korea(pISSN:1229-1684 eISSN:2093-8462). All right reserved.

농작업에서 쉽게 개선할 수 있는 사례를 발굴하여 책자와 인터넷 등을 통하여 보급을 하고 있다.

본 연구에서는 농작업에서 존재하는 유해요인들을 파악하고, 농작업 환경을 개선하기 위한 인간공학적 개선 원리와 개선 절차를 제시하고자 한다.

2. The Process of Ergonomic Improvements

2.1 Intervention procedure

일반적으로 개선은 1) 개선 대상의 정의, 2) 현재 상태의 분석, 3) 개선, 4) 개선 효과의 측정의 4단계로 구분할 수 있다.

2.1.1 Definition of the system

개선 대상은 주로 현장 방문과 농작업자 인터뷰, 관련 서류 또는 자료 분석 등의 방법을 통하여 파악한다. 농작업 편이장비 지원사업에서는 농가의 작목 현황, 작업 환경과 작업 특성, 구성원들의 개선에 대한 열의 등을 조사한다. 개선 대상은 많이 사용하고, 도입하면 효과가 큰 곳으로 결정한다. 즉, 시용시간과 도입 효과를 곱한 기대 효과(=사용시간 × 도입 효과)가 큰 곳을 선정한다.

① 농가 현황 조사
- 구성 농가수, 작목 현황, 작업 환경 등의 특이사항 파악
- 사업 효과가 큰 농가들로 구성되었는가를 검토

② 구성원의 특성
- 성별, 연령별 분포, 개선에 대한 적극성과 긍정적 시각, 협동심 여부 등을 파악

③ 작업 특성
- 연간 작업일수, 하루 평균 작업시간 등을 조사: 농업일수가 많은 농가가 효과 큼
- 작업내용 및 시간 분포: 운반, 수확재배, 선별, 방제 작업 등의 작업시간 비율을 조사
- 농기계 사용 현황: 농기계 사용 경험 여부 등을 조사

2.1.2 Analysis of current status

현재 상태의 분석 단계에선 개선 대상의 현재 상태를 파악하는 단계이다. 편이장비를 도입하고자 하는 작업의 애로사항이나 위험요인을 파악하고, 도입하고자 하는 편이장비가 현재의 위험요인이나 애로사항을 해결할 수 있는가를 체계적으로 분석하는 단계이다. 주로 체크리스트를 이용하거나 비디오 촬영 등의 작업 촬영 등을 이용하여, 문제점을 도출하고, 개선에 대한 우선순위를 정해, 장단기적인 개선 활동을 진행하게 된다.

다음은 현재 상태의 분석 단계에서 고려해야할 개선 대상 작업요소들을 나타낸다.

① 작업 유형
- 불편한 작업 자세(과도한 뻗침 자세, 비틀림 자세, 굽힘 자세 등)를 유발하는 작업 유형을 조사
- 중량물 취급: 들고, 내리기, 운반에 관한 시간과 거리, 빈도 파악
- 특정 부위의 반복 사용, 신체 압박 등

② 작업 대상물
- 취급 대상물의 무게, 크기, 무게 중심 등을 파악
- 손으로 잡는 데 어려운 대상물의 파악
- 날카롭거나, 뜨겁거나, 잠재 위험요소가 있는가를 파악

③ 작업 환경
- 충분한 여유 공간이 존재하는가?
- 작업장 바닥의 높낮이 차이 및 미끄러움, 질퍽이는 정도
- 작업이 이루어지는 지점, 작업높이의 파악
- 생물학, 화학적 유해요인, 온도, 조명 상태 등의 적절성

④ 개인 특성
- 작업자에게 특별히 요구되는 체격이 있는가?
- 안전한 작업 수행을 위하여 특별한 지식이나 훈련이 필요한가?

위험하고 힘든 농작업을 개선하고자 할 때 고려해야할 편이장비의 점검사항은 다음과 같다.

① 장비의 기능
- 현재 작업에서의 불편함이나 애로사항을 제거 또는 충분히 감소시킬 수 있는 기능을 가지고 있는가?

② 적절한 자세를 취할 수 있도록 설계되었는가?
- 팔꿈치가 올라가지 않는 적절한 높이에서 잡고 취급할 수 있는가?
- 손목이 굽혀지지 않는 상태로 조종할 수 있는가?
- 사용시 팔이나 다리 부위의 신체를 압박하거나, 여유 공간이 부족하지는 않는가?

③ 표시장치와 조정장치는 이해하고 작동하기 편한가?
- 표시장치와 조정장치 관계가 운동방향이나, 배치, 개념상에서 사람들의 기대에 맞게 적절하게 배치되어 있는가?
- 조정장치는 손으로 잡는데 간격이 너무 크거나, 큰 힘을 주어 조작하게 되어 있지 않은가?
- 조정장치의 레버나 스위치를 계속 누르면서 조작해야 되지는 않는가?

④ 안전성과 보수유지는 확보되어 있는가?
- 오조작, 사용상의 미숙 등의 비상시를 대비한 안전장치가 설계되어 있는가?
- 방향 회전, 중량물 적재 등으로 인하여 추락이나 전도 등의 가능성은 없는가?

- 유지 보수하기 편하게 간단한 보수도구가 장착되어 있는가? 자주 사용되는 소모품이나, 분실우려가 큰 부품들은 충분히 지급되는가?

2.1.3 Ergonomic improvements

어떤 작업이나 설비를 개선할 때에는 어떤 것을 개선할 것인가에 대한 우선순위를 정해야 효율적인 개선을 할 수 있다. 개선안을 확정하고 현장에 적용할 때 고려하여야 할 사항은 다음과 같다.

- 개선안의 적용 용이성은? 같은 효과를 내면서 비용이 적게 드는 다른 대안은 없는가?
- 개선에 필요한 요구조건이 수용 가능한가? 기술적, 금전적, 시간적 제약은 없는가?
- 농작업자의 정서에 긍정적으로 작용하는 받아들일 수 있는 대안인가?
- 적용에 필요한 훈련시간은 적당하고 가능한가? 개선 후에 인지되지 않았던 위험요소가 발생되지 않는가?

2.1.4 Measurement of the effectiveness

개선 과정은 시간과 노력, 경비 등이 투자되므로 개선 전후의 효과를 측정하여 향후 유사 작업이나 설비를 개선할 때 반영하는 것이 필요하다. 개선 효과를 측정하기 위해선 주로 변수들이 이용된다.

① 작업 자세의 불편도 평가 점수 비교

RULA 또는 REBA 등의 방법에 의하여 개선 전과 후의 작업 자세에 대한 인간공학적 평가를 하여 평가 점수 또는 평가 등급의 변화를 비교한다. 대표 작업에 대한 작업시간 동안의 작업 자세를 샘플링하여 평가 점수의 평균값을 비교하거나 나쁜 자세 비율 또는 개선 대상 작업 자세 비율 등을 조사하여 비교할 수 있다.

② 생산성 비교

설비 도입 또는 작업의 개선 전후에 작업에서 소요되는 단위당 작업시간, 불량률 등을 분석하여 비교한다. 최종적으로 작업 개선이나 설비 도입으로 인한 인력이나 작업시간 또는 불량률의 감소를 비용으로 환산하여 비교한다. 투자 비용 대비 감소 비용의 효과를 수익률 분석법에 의해 도출할 수도 있다.

③ 근골격계 통증호소율, 재해율 비교

작업 개선 전후의 농작업자들을 대상으로 근골격계 통증호소율 또는 사고 재해율 등을 분석한다. 농작업자들이 호소하는 신체 부위별 통증의 강도설비 도입 또는 작업의 개선 전후에 작업에서 소요되는 단위당 작업시간, 불량률 등을 분석하여 비교한다. 최종적으로 작업 개선이나 설비 도입으로 인한 인력이나 작업시간 또는 불량률의 감소를 비용으로 환산하여 비교한다. 투자 비용 대비 감소 비용의 효과를 수익률 분석법에 의해 도출할 수도 있다.

④ 농작업자의 주관적 만족도 비교

작업 개선으로 인한 농작업자의 작업 만족도나 개선 효과 등에 대한 주관적 만족도를 조사하여 비교한다.

2.2 Contact equipment vendors, consultants, and farm workers

어떤 작업이나 설비를 개선할 때에는 개선과 관련된 사람들이 서로 협조하여 의견을 조율하는 과정이 필요하다. 농작업 개선과 편이장비의 개선에 관련된 사람들과 역할은 다음과 같이 요약될 수 있다.

① 농작업자

- 농작업자는 실제 농기계를 사용할 주체로 불편한 사항을 가장 잘 알고 있는 전문가이다.
- 농작업자로부터 개선에 관한 필요한 사항과 요구사항을 어떻게 도출할 것인가가 관건이다.
- 개선과 관련된 농민들의 요구사항이 받아들여진다는 확신을 주는 것이 필요하다.

② 농기계 제조업체

- 개선요구 사항에 관한 실행을 맡은 실천 담당이다.
- 개선의 책임이 있는 반면 현실성과 단가에 대한 갈등이 존재한다.
- 사업 기간 안에 해결할 수 있는 단기적인 개선사항과 장기적인 개선사항(1년 후 사업시작 전)으로 분명하게 선을 그어 주는 것이 필요하다.

③ 컨설팅전문가, 사업지원 담당 공무원

- 작업 개선에 도움을 주는 사람들로 개선과 관련한 시기, 효율, 편리, 안전성에 대한 우선순위를 조율하는 사람들이다.
- 의사결정의 주체로 의사결정이 필요한 경우 의사소통이 중요하다.

3. Which Tasks Should We Improve?

3.1 Awkward postures

불편한 작업 자세란 작업을 수행하는 동안 신체 부위들이 중립적인 위치를 벗어나는 자세를 의미한다. 불편한 자세는 강하고 큰 근육들을 이용하여 최대 효율로 일하는 것을 방해하고, 작고 약한 근육들이 힘을 과도하게 쓰게 만든다. 따라서 효율이 떨어질 뿐만 아니라 쉽게 피로하게 만든다(Cal/OSHA, 1999). 등을 곧바로 펴는 것과 비교하면, 등을 구부리거나 비틀면서 중량물 작업을 할 때 허리에 더 많은 부담

을 주게 된다. 어깨나 무릎, 팔, 손목, 팔꿈치 등을 계속하여 반복적으로 구부리거나 비틀림을 요구하는 작업 또한 관절에 부담을 주게 된다. 특히, 빈번하게 또는 계속하여 어깨 위로 팔을 들어 올리는 작업은 매우 부담이 크다.

Figure 1은 농작업과 관련한 불편한 자세를 예시하고 있다. 불편한 자세를 살펴보면 작업점이 너무 낮아 굽힘과 뻗침, 비틀림이 존재하거나, 작업점이 너무 멀리 떨어져 있거나 너무 높아 과도하게 뻗침이 발생하는 경우, 협소한 작업공간으로 인한 제한된 작업 자세와 정밀 작업으로 인한 목 굽힘 자세, 손잡이가 너무 넓어 잡기가 어려워 뻗침이 있는 자세 등이 해당된다.

Figure 1. Awkward postures of farm workers

특정 자세를 유지하는 정적인 자세는 근육, 관절, 그리고 혈액 순환에 문제를 일으키며, 신체 효율성을 떨어뜨린다. 이러한 정적인 동작은 같은 조건하에서 동적인 동작에 비해 더 많은 에너지 소비와 더 긴 휴식기간을 필요로 한다. 따라서 가능한 장시간의 정적인 동작은 피해야 한다.

3.2 Forceful exertions

사람은 물건을 들거나 공구를 조작하거나 자세를 유지하기 위해 힘을 쓴다. 힘은 작업을 수행하기 위하여 사용한 근육, 건(腱), 관절, 그리고 인접한 조직의 활동에 의해 발생한다. 따라서 과도한 힘을 요구하는 작업은 근육, 건, 인대, 관절에 더 큰 부담을 주게 된다. 근육이 수축하고 이완할 때 건이 팽팽해진다. 건은 인접한 조직을 마찰시키거나 압력을 가한다. 근골격의 긴장의 정도는 얼마나 많은 힘을 쓰는가에 의존한다. 무리한 힘을 사용하는 작업인 경우, 작업자는 많은 근력을 필요로 하며 근육을 쉽게 피로하게 하여 긴 회복기간을 요구한다. 이때 충분한 휴식을 갖지 못하면 근육 조직은 상처를 입을 수 있다.

손잡이가 없이 무겁고 큰 대상물을 들거나, 너무 멀어 굽히고 뻗쳐서 힘쓰는 동작, 어깨 위에서 힘쓰는 동작, 취급하는 대상물이 미끄러운 경우, 불편한 자세로 운반하거나 힘을 사용하여야 하는 경우에는 신체적으로 요구되는 힘보다도 상대적으로 무리한 힘을 사용하게 된다.

Figure 2는 포도 수확 작업에서 허리를 펴지 못하고 굽힌 불편한 자세로 포도 상자를 운반하는 자세를 나타낸다.

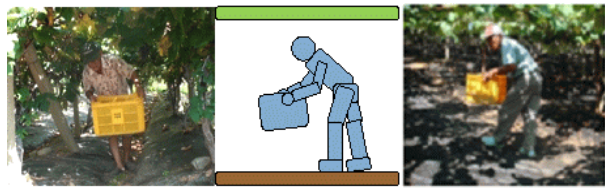

Figure 2. Famer tasks made more physically demanding by awkward postures

3.3 Pressure points

신체적 압박은 날카롭거나 딱딱한 면에 신체와 접촉하는 경우에 발생한다. 신체적 압박을 받는 작업의 예로는 무릎에 압박을 받거나, 날카로운 모서리에 의한 압박, 손잡이가 짧음으로 인한 손바닥 압박 등이 해당된다. 신체의 손가락, 손바닥, 손목, 전완, 팔꿈치, 무릎, 앉은 자세에서의 허벅지의 부드러운 조직 등은 신경과 건, 혈관 등이 피부와 가까워 신체적 압박에 민감하다. 반복되거나 장기적인 신체적 압박은 피부에 해를 입힐 수 있고, 근육의 기초를 이루는 건에 해를 입히거나 신경의 기능을 손상시킬 수 있다.

3.4 Repetitive motions and recovery time

반복 작업에서는 동일한 동작으로 인하여 같은 근육과 건, 관절들이 반복적으로 사용된다. 반복 정도는 작업 속도와 작업의 다양성 정도, 근육이 회복에 필요한 휴식시간의 수와 길이 등에 따라 달라진다. 반복 정도가 심할수록 근육은 쉽게 피로하게 되며 회복에 더 긴 시간이 요구된다.

단순한 반복 작업인 경우 근육 조직에는 극히 미세한 손상만이 발생하며, 평상시 동작에서는 전혀 문제가 되지 않는다. 그러나 장기간의 연속 작업이나 부족한 휴식은 회복에 필요한 충분한 시간을 가질 수 없기 때문에, 미세 손상이 경우에 따라서는 복원이 불가능한 상태까지 갈 수도 있다. 따라서 극한 상황까지 이어지지 않도록 작업 중간에 잠깐이라도 휴식시간을 주어져야 한다.

3.5 Other factors

차갑거나 더운 작업 환경도 스트레스를 줄 수 있다. 주위의 공기나 차가운 재료와의 접촉으로 인해 피부의 온도가 20℃ 이하로 떨어지는 것이 허용되어서는 안 된다. 차가운 물체와의 접촉은 촉각에 해를 입히고 손의 기민함을 떨어뜨

린다. 손이 차가워져 마비될 경우에는 행동을 취하는 데 필요한 힘의 양을 잘못 판단하는 경향이 있다.

적정한 온도에서 쉽게 수행될 수 있는 일이라도 덥고, 습기 있는 작업 상황에서 행하여진다면 육체에 과도한 스트레스를 수반할 수 있다. 고온의 환경이 높은 습기를 수반한다면 신체에 생리적 긴장을 증가시킬 수 있다. 이것은 근육 활동이 열을 발생시키기 때문이다. 공기의 온도와 습도가 상승함에 따라 신체는 열을 발산하기가 더 어려워진다. 열 스트레스와 열사병 등 여러 가지 열과 관련된 장해를 초래할 수 있다.

작업에서 존재하는 위험요인들은 개인적인 신체적 조건과 심리적 조건에 따라 달라질 수 있다. 신체적 요인으로는 신체조건, 습관 등이 해당되고, 심리적 요인으로는 스트레스 수준, 작업 동기 등이 해당된다.

4. How Should We Improve It?

4.1 Accommodate differences in human capabilities

신체 특성을 고려하여 설계를 할 때에는 가능한 많은 사람들이 만족할 수 있도록 설계 원리를 적용하여야 한다. 설계 원리로는 조절식 설계, 극단치를 기준으로 한 설계, 평균치를 기준으로 한 설계 등이 이용된다. 제일 먼저 고려할 개념이 조절식 개념이며, 조절식 개념을 적용하기 어려울 경우에는 극단치를 이용한 설계를 고려한다. 극단치를 이용할 수 없는 경우에는 할 수 없이 평균치를 이용한 설계 기준을 적용한다.

작업장 설계에서 가장 바람직한 설계 기준은 조절식 설계 개념이다. 즉, 체격이 다른 여러 사람들에게 사용자가 직접 크기를 조절할 수 있도록 조절식으로 만드는 것이 바람직하다. 조절식 설계 개념에 의한 설계 치수는 사용자 그룹 중에서 작은 사람의 치수에서 큰 사람의 치수까지를 포함할 수 있도록 5퍼센타일에서 95퍼센타일 값을 조절 범위로 사용한다.

Figure 3과 같이 천정 수레의 높이는 키가 작은 사람이나 큰 사람 모두가 만족하려면 받침대 높이를 농작업자의 작업면에 맞출 수 있도록 조절식으로 하면 좋다.

조절식으로 만들기 위해서는 단가가 높아지거나 견고성이 떨어지는 경우가 있다. 극단치를 이용한 설계는 최소 치수를 이용하거나 최대 치수를 이용하는 방법으로 분류된다. 예를 들면, 작동 손잡이의 간격이 너무 크면 손이 작은 사람들은 손잡이를 쥐기가 불편하므로, 작은 사람을 기준으로 설계하면 모든 사람이 편안하게 사용할 수 있다. 반면, 조종 좌석의 폭이나 출입문의 크기 등은 큰 사람을 기준으로 설계하면

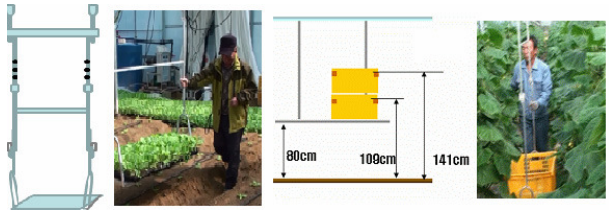

Figure 3. Use adjustable equipments

대다수 사람들이 편안하게 사용할 수 있다. 작은 사람을 기준으로 한 설계의 경우에는 주로 5퍼센타일 값을 이용하고, 큰 사람을 기준으로 한 설계 개념에서는 95퍼센타일 값을 이용한다(Jeong and Lee, 2009).

조절식으로 적용하기도 불가능하고, 최대 치수나 최소 치수를 기준으로 설계하기도 부적절한 경우에는 평균치를 기준으로 한 설계 개념을 적용한다. 인체 치수들이 정규 분포를 따르므로 평균 주위에 분포하는 사람들의 빈도가 높은 것을 이용하는 것이다.

4.2 Improving manual material handling

중량물 취급 작업에 관한 개선 원리는 다음과 같이 요약할 수 있다.

1) 인력 운반을 없앨 수 있는가? 제거가 불가능하면 쉽게 할 수 있는가를 생각한다(Konz and Johnson, 2000).
- 가능한 인력 운반을 줄이는 형태로 작업을 개선한다.
- 가능한 일회 운반 단위(크기, 무게)를 줄인다.

Carrying Handcart Powered cart Pulley cart

Figure 4. Materials handling types

Figure 4는 농작업에서 볼 수 있는 대표적인 운반 작업 유형을 나타낸다. 상자의 인력 운반보다는 손 수레를 이용한 운반 작업이 힘이나 조정에 드는 작업 강도가 적다. 또한, 동력 운반차나 천정 수레는 손 수레보다는 힘이 적게 들고 조정하기도 쉬워지게 된다.

2) 가능한 좋은 조건에서 중량물을 취급한다.

같은 무게라도 어떤 조건에서 취급하느냐에 따라 몸에 주는 충격은 다르다. 중량물이 몸에서 얼마나 떨어져 있느냐에 따라 요추부에 가해지는 압력이 달라지므로, 신체의 동작 난이도를 고려하여 가능한 좋은 위치에서 작업한다.

- 중량물 취급은 가능한 좋은 자세로 팔꿈치 높이에서 취급한다.
- 위치에 따른 중량물 취급 한계를 지키도록 노력한다. 나쁜 자세(비틀림, 어깨 위)에선 3kg(여성)나 5kg(남성)도 위험하다(Figure 5).

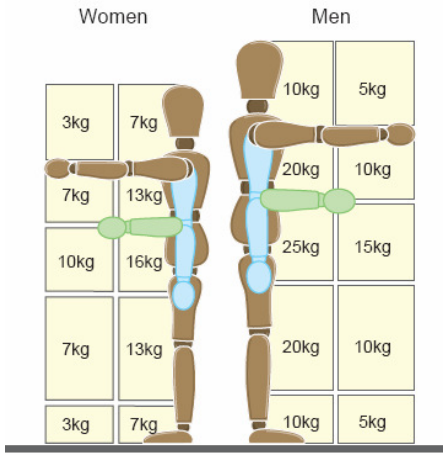

Figure 5. Guideline weight for lifting and lowering(HSE, 2004)

- 들기 작업은 이상적인 조건이 되도록 노력한다(Waters *et al.*, 1994).
  - 허리 비틀림이 없음
  - 중량물은 몸에서 팔꿈치 이내로 가까이 붙여 취급함
  - 수직위치는 손 높이에서 팔꿈치 높이가 최적 구간임
  - 수직 이동거리는 팔꿈치길이 이내가 적당
- 굽힌 자세로 중량물을 취급하고 있을 때는 몸을 비틀거나 옆으로 트는 동작을 피한다.

3) 가능한 중량물은 손잡이를 제공한다.

- 가급적 손잡이는 감싸 안아서 쥘 수 있도록 만든다.
- 손잡이는 손이 큰 사람도 사용할 수 있도록 충분히 크게 제공되어야 한다.
- 손잡이가 없는 경우에는 진공 흡착 손잡이, 들어 올리는 끈 등 보조 손잡이를 이용한다(MacLeod, 2000).

4) 중량물의 적재 및 운반 원리

- 부피가 큰 물체나 무거운 물체를 운반할 때는 회전력이 좋은 바퀴를 가진 리프트 카트를 이용한다.
- 손잡이가 없는 중량물은 손잡이가 있는 가벼운 플라스틱 박스에 담아 운반하고 적재하는 것을 고려한다.
- 가능한 중량물은 바닥보다는 주먹 높이에서 작업할 수 있도록 적재 높이를 조정한다.
- 어깨 위로 뻗치는 중량물 취급 동작은 발판이나 발 받침대 등을 이용하여 어깨 위로 뻗치는 동작을 줄인다.
- 작업대의 아래 바닥에 깊숙이 적재하는 중량물은 가능한 바퀴가 달린 받침대 등을 이용하여 꺼내기 용이하게 배치한다.
- 용기 형태는 들어 올리지 않고 용기 내부의 물질을 비우거나 채울 수 있도록 중력이송원리를 이용하여 용기를 높은 곳이나 낮은 곳에 위치시키는 것을 고려한다.

4.3 Reduce bending, reaching, and awkward postures

몸의 관절은 비틀림과 꺾임에 약하다. 어깨 위로 뻗치거나, 쪼그려 앉는 자세 등 과도하게 비틀리거나 굽혀지는 자세를 취하는 시간과 빈도를 줄이는 것이 필요하다. 다음은 굽힘과 뻗침, 불편한 자세 등을 줄이기 위한 지침이다.

- 쪼그려 앉거나 무릎 꿇는 것을 요하는 낮은 위치에서는 꼭 필요한 일만 하도록 하며, 무릎 보호대 등과 같이 신체 압박에 의한 충격을 완화시키는 보호대 등을 사용한다.
- 팔꿈치가 어깨 위로 올라가는 동작을 방지하기 위하여 작업 대상물의 방향을 바꾸어 놓을 수 있는지를 고려한다.
- 반복적으로 쪼그려 앉는 것을 피하고 가급적이면 자주 자세를 바꾸도록 노력하고 잠시 쉬는 시간을 자주 갖는다.

Figure 6. Use of an equipment to offer comfortable posture

Figure 6은 쪼그리고 굽힌 자세를 취하는 시간을 줄이기 위하여 천정 수레의 받침대에 앉아서 작업하는 모습을 보여준다. 불편한 자세로 지속적으로 작업하는 경우에는 잠깐이라도 휴식을 자주하는 것이 피로도를 줄이는 데 많은 도움을 주게 된다.

4.4 Keep wrists in neutral

손을 이용하여 작업을 하는 경우에는 굽힘이나 꺾임, 비틀림이 발생하지 않도록 중립 위치에서 수공구나 손잡이를 잡을 수 있도록 설계하는 것이 중요하다.

- 가능하면 손가락으로 잡는 pinch grip 보다는 손바닥으로 감싸 안아 잡는 power grip을 이용한다(NIOSH, 2001).
- 수공구는 반복적인 손가락 운동을 피하거나 최소한으로 횟수를 줄인 것으로 선택한다.
- 손잡이가 너무 짧은 경우에는 손바닥에 불필요한 압박을 가하여 피의 흐름을 방해하므로 수공구의 손잡이는 길이가 충분히 길어야 한다.
- 수공구의 손잡이는 손바닥 전체에 압력이 분포되도록 설계하는 것이 바람직하며, 힘을 전달하여야 하는 경우에는 T자형 손잡이로 설계하는 것이 좋다.
- 손잡이는 팔꿈치가 올라가지 않는 적절한 높이에서 잡고, 손목이 굽혀지지 않는 상태로 조종할 수 있도록 한다.
- 치구를 이용하면 불필요한 힘과 노력을 줄일 수 있으며, 양손 동작을 할 수 있게 하여준다(MacLeod, 2000).
- 진동이 있는 수공구를 사용하는 경우에는 진동 패드, 진동 장갑 등으로 손에 전달되는 진동효과를 줄인다.

5. Conclusion

농작업은 힘들고 어려운 작업이 많이 존재하지만 상대적으로 제조업에 비해 여성과 고령 작업자의 비율이 높다. 즉, 농작업자들은 주로 작업자의 평균 나이가 많은 고령자와 여성 작업자들로서 근력이 약한 특성을 가지고 있다. 그러나, 농작업은 운반 작업이 많고, 굽히거나 비틀린 불편한 자세를 취하는 경우가 많으며, 작업시간의 대부분을 주로 서서 일하는 특성을 갖고 있다. 또한, 노지 또는 시설재배 공간은 고열이면서도 공간의 제약이 많아 작업장의 개선이 어려운 특성이 있다. 따라서, 농작업자의 신체적 능력을 고려한 작업 설계를 하는 것이 작업의 생산성과 품질, 안전을 확보하는 길이라고 할 수 있다.

작업 현장에서 어려운 작업은 설계 단계에서 고려되었더라면 쉽게 해결할 수 있는 문제들이 많이 존재하므로 작업장 설계 단계부터 인간공학적인 작업 방법에 대하여 관심을 가져야 한다. 또한 농작업자의 신체적 특성을 고려하면 농작업자가 편하고 쉽게 작업할 수 있으므로, 어떤 작업 방법이나 편이장비가 작업하는데 농작업자의 안전과 생산성을 높일 수 있는가에 관심을 가져야 한다.

본 연구에서는 근골격계질환 예방과 관련한 농작업 개선 원리 및 절차를 정리함으로써 근골격계질환 예방을 위한 기초 자료를 제공하고자 하였다.

본 연구에서 제시한 개선 원리와 절차들이 농작업자의 신체 특성을 반영한 농작업자 중심의 작업설계에 기초 자료로 이용되기를 기대하여 본다.

Acknowledgements

This research was financially supported by Hansung University.

References

Cal/OSHA, *Easy Ergonomics: A Practical Approach for Improving the Workplace*, Cal/OSHA, 1999.

Cal/OSHA, Ergonomic Guidelines for Manual Material Handling, Cal/OSHA, 2007.

Cal/OSHA and NIOSH, Easy Ergonomics: A Guide to Selecting Non-Powered Hand Tools, Cal/OSHA and NIOSH, 2004.

Guo, H., Tanaka, S., Halperin, W. and Cameron, L., Back prevalence in US industry and estimation of lost workdays, *American Journal of Public Health*, 99, 1029-1035, 1999.

HSE, *Getting to grips with manual handling*, HSE, 2004.

Jeong, B. Y. and Lee, D. K., *Modern Ergonomics*, Minyoungsa, 2009.

Jeong, B.Y., Ergonomics Role for Preventing Musculoskeletal Disorders, *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 29(4), 393-404, 2010.

Kim, K. R., Choi, J. W., Lee, K. S. and Song, E. Y., Health Condition and Work-related Musculoskeletal Disorders in Greenhouse Vegetable Farmers, *Journal of Korean Society of Occupational Environment Hygiene*, 18(1), 49-61, 2008.

Kim, S. H., An Ergonomic Intervention of Paper-making Process for Preventing Musculoskeletal Disorders, *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 27(1), 9-19, 2008.

Kim, C. H., Moon, M. K. and Kim, D. S., Development of Preventive Management Manual for Non-Manufacturing Industries, *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 28(1), 29-36, 2009a.

Kim, H. H., Park, H. J., Park, K. H., Kim, W., Yoo, C. Y., Kim, J. H. and Park, J. S., An Analysis of Characteristics of Musculoskeletal Disorders Risk Factors, *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 28(3), 17-25, 2009b.

Konz, S. and Johnson, S., *Work Design: Industrial Ergonomics(5th ed.)*, Holcomb Hathaway, Publishers, 2000.

Lee, K. S., Choi, J. W., Baek, Y. J., Kim, K. R. and Kim, H. C., The government official support status of the agricultural diseases, injuries and accidents among Korea and foreign countries and the implication of the agricultural policy of Korea, *Journal of Korean Society of Occupational Environment Hygiene*, 17(2), 89-100, 2007.

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.

MacLeod, D., *The Rules of Work: A Practical Engineering Guide to Ergonomics*, Taylor & Francis, 2000.

NIOSH, *Simple solutions: ergonomics for farm workers*, National Institute for Occupational Safety and Health, US Department of Health and Human Services, Publication 2001-111, Washington, DC, 2001.

Pyo, Y. and Jeong, B. Y., An Implementation Case of Ergonomics Program at a Shipbuilding Company, *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 26(3), 45-52, 2007.

Waters, T. R., Putz-Anderson, V. and Garg, A., *Application Manual For The Revised NIOSH Lifting Equation*, U.S. Department Of Health And Human Services, 1994.

Author listings

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

Yong Hwan Kim: ergo-hoya@hansung.ac.kr

Highest degree: MS, Department of Industrial and Management Engineering, Hansung University
Position title: Occupational Health Department, Headquarter of Korea Occupational Safety and Health Agency
Areas of interest: User Experience, Ergonomics and Human Factors, Safety & Health

Date Received : 2011-06-08

Date Revised : 2011-07-14

Date Accepted : 2011-07-18