

시설참외 재배작업의 근골격계 위험도 및 자각증상 호소율

김경수[†] · 김경란 · 김효철 · 이경숙

농촌진흥청 농업과학기술원 농촌자원개발연구소

Risk Assessment and Symptoms of Musculoskeletal Disorders in Melon Farm Workers

Kyung-Su Kim[†] · Kyung-Ran Kim · Hyo-Cher Kim · Kyung-Suk Lee

Rural Resources Development Institute, NIAST, RDA

A high prevalence of farmer's work-related musculoskeletal disorders(MSDs) have been reported in precedent studies. To offer the basic data for reducing the melon farmer's MSDs, a questionnaire survey about MSDs symptoms and work loaded body part and video analysis by 3 checklist(REBA, RULA, OWAS) for musculoskeletal risk assessment were carried. 94 melon farmers for this questionnaire and 1 typical farm for risk assessment were participated. A total of 80.9% of the farmers reported musculoskeletal symptoms and 60.6% reported musculoskeletal symptoms over NIOSH standard. The mainly symptom body part is low back, knee and shoulders. Main risk factors in melon farm are awkward postures, heavy/frequent lifting and repetitive hand/arm motions. The high risk tasks induced by video analysis were harvesting, removing the

sprouts and covering with rags. These result can be used practically for planning intervention strategy and programs to prevent farmer's MSDs.

Key Words : musculoskeletal symptom, musculoskeletal risk factor, melon farmer

I . 서론

국내 농업인구의 감소, 고령화, 여성화 등 농업인력 조건이 악화되고 비닐하우스 증가로 인해 연중무휴의 노동조건으로 변화함에 따라 농업인의 건강상태가 악화되고 있다. 또한 농

작업에서의 기계화가 진전되었음에도 불구하고 여전히 인력 작업에 의존하는 비율이 높으며, 작물 위주의 작업으로 인한 불편한 작업자세, 반복동작, 과도한 힘, 장시간의 노동, 휴식 시간의 부족 등 다수의 인간공학적 위험요인을 가지고 있어, 농부증, 근골격계질환 등 직업성질환의 위험성이 상존하고

접수일 : 2006년 7월 14일, 채택일 : 2006년 11월 30일

† 교신저자 : 김경수 (경기도 수원시 권선구 서둔동 88-2 농촌자원개발연구소 104호,

Tel: 031-299-0473, Fax: 031-299-0428, E-mail: kks@rda.go.kr)

있다.

근골격계질환은 치료·요양비용과 노동력 손실이 막대하여 사회적 비용이 큰 질환으로 분류되고 있어 선진국의 경우 사회문제화 되고 있다. 국내에서도 근골격계질환의 심각성이 대두됨에 따라 예방·관리를 위한 법규가 마련되었으나 제조업 중심으로 한정되어 있으며, 중요한 대상인 소규모 자영 농업인은 관련 법규 및 예방정책의 대상에서 제외되어 있다.

농업인의 근골격계질환 관련하여 네덜란드의 Hildebrandt (1995)는 12개 작목에 종사하는 농업인을 대상으로 근골격계 자각증상과 부담요인을 조사하여 고위험 작목 및 고위험 요인을 도출하였고, 스웨덴의 Holmberg 등(2003)은 코호트 연구를 통해 농업인과 농촌 거주 비농업인의 근골격계증상의 차이를 보고자 하였으며, 미국 Park 등(2001)과 Rosecrance 등(2006)은 각각 아이오와주와 켄사스주 농업인의 요통 호소율을 조사하여 일반 노동자들보다 높은 비율이라고 보고하였다. 미국 CDC(1999)에서는 국가 통계에서 소규모 농가나 가족 농가의 직업성요통에 대한 조사에 한계가 있음을 지적하며, 1993~1996년 동안 콜로라도 농가 조사를 통해 농업인의 요통실태와 발생원인을 구명하고자 하였다. 이러한 농업인의 근골격계질환 실태에 대한 연구 이외에 미국 UC Davis의 농업인간공학연구센터에서는 육묘작업과 포도수확 작업에 대한 작업분석 및 작업개선에 대한 연구들(Auslander, 1997; Duraj et al, 1999; Meyers et al, 1997; Kato et al., 2006)을 진행하였고, NIOSH(2001)에서는 작업도구 위주의 농업분야 근골격계 작업개선방안을 담은 책자를 발간하는 등 예방을 위한 다양한 접근을 시도하고 있다.

국내에서는 농업인의 근골격계질환에 대하여 자각증상 호소율에 대한 연구(선명훈 등, 1991; 오해옥 등, 2001; 이한기 등, 2002)들이 이루어져 왔으며, 이한기 등(2002)은 의사진단에 의해 근골격계질환 유병율을 평가하여 농업인이 비 농업인에 비해 1.8배 높다고 보고하였다. 김경란 등(2004)은 국민 건강조사 결과를 재분석하여 농림어업인이 비 농림어업인에 비하여 의사진단에 근골격계질환 유병율이 2.4배 높다고 보고하였다. 이외에도 박재범 등(2000)은 농작업에서의 근골격계 위험인자와 농부증과의 관련성을 파악하고자 하였으며, 김귀남 등(1999)은 비닐하우스 작업여부와 농업인의 요통과의 관련성을 구명하고자 하였다.

국내외 선행연구 결과 농업인의 업무상 근골격계질환 호소율이 타 산업 노동자들이나 비 농업인들에 비하여 높다는 것이 공통적으로 나타나 농업인의 근골격계질환 예방을 위한 대책 마련이 시급함을 알 수 있었다. 농업인의 근골격계질환의 효과적인 예방을 위해서는 근골격계질환을 유발하는 위험요인에 대한 연구가 필수적이나, 현재까지 국내에서의 연구는 농업인의 근골격계질환 유병율 위주로 이루어져왔

다. 이한기 등(2002)이 자체 검증한 평가도구를 이용하여 고추와 배 작목에 대한 작업위험분석을 수행하였으나, 국내외로 검증된 평가도구에 의한 작업위험분석 및 위험요인에 대한 연구는 거의 없는 실정이다.

따라서 본 연구는 시설참외 재배자를 대상으로 근골격계질환 양상을 파악하고 작업분석을 통해 고위험작업 및 위험요인을 구명함으로써 작업개선의 우선순위를 도출하고 향후 예방대책 수립의 기초 자료를 제공하고자 수행하였다.

II. 대상 및 방법

1. 연구대상

본 연구는 시설하우스에서 참외를 재배하는 농업인을 대상으로 근골격계질환 자각 증상과 작업단계별 힘든 부위에 대한 설문조사, 비디오 촬영·현장 측정에 의한 인간공학작업분석의 2단계로 이루어졌다. 근골격계질환 자각증상 및 작업단계별 힘든 부위에 대한 설문조사는 국내 시설참외 재배면적의 54.9%를 차지하여 최대 주산지인 경북 성주지역(2001, 농림부)내 4개면에 거주하는 시설참외 재배농업인 94명(남자 49명, 여자 45명)을 대상으로 하였다. 작업촬영 및 인간공학작업분석의 경우 동일 지역 내에서 전형적인 재배방식을 취하고 있는 1개 농가를 대상으로 하였다.

2. 연구방법

1) 설문조사

설문지는 인구학적 특성, 농작업 관련사항, 근골격계질환 자각증상, 작업별 주관적 힘든 부위에 대한 문항으로 구성하였다. 자각증상조사 설문지는 미국산업안전보건연구원(National Institute of Occupational Safety and Health, NIOSH)에서 사용한 표준화된 설문지를 번역, 일부 수정하여 사용하였으며(NIOSH, 1993), 통증정도는 이윤근 등(1998)이 사용한 5단계 척도 중 통증 없음을 제외한 4단계 척도를 이용하여 응답하도록 하였다.

자각증상조사는 9부위(목, 등, 허리, 어깨, 팔/팔꿈치, 손/손목/손가락, 엉덩이/허벅지, 무릎, 발/발목)에 대해 지난 1년간 증상(통증·쑤시는 느낌·뻣뻣함·화끈거림·무감각 또는 저림)이 있었던 부위·증상의 빈도·지속시간·통증정도를 조사하였으며, 통증정도는 약한 통증(약간 불편한 정도이나 일할 때는 못 느낀다), 중간 통증(작업 중 통증이 있으나 귀가 후 쉬면 괜찮다), 심한 통증(작업 중 통증이 비교적 심하

고 귀가 후에도 통증이 계속된다), 매우 심한 통증(통증 때문에 작업은 물론 일상생활을 하기가 어렵다)으로 구성되었다. 작업 단계별 힘든 부위의 경우 자각증상 조사와 동일한 9부위에 대해 각 작업별로 주관적으로 힘든 부위를 모두 표시하도록 하였다.

자각증상에 대한 판정은 증상경험자와 NIOSH 기준 이상의 증상호소자로 구분하였는데, 증상경험자는 지난 1년간 어느 한 부위라도 통증이 있었던 자로 하였고, 이 중에서 NIOSH에서 정의한 기준에 따라 증상이 적어도 1주일 이상 지속되거나 한 달에 한 번 이상 반복되는 경우(Hales 등, 1994)가 있는 자를 NIOSH 기준 이상의 증상호소자로 구분하였다.

작업별 주관적 힘든 부위에 대한 조사는 어느 작업단계에서 어느 부위에 주로 부담이 되는지에 대한 작업자의 주관적 감각을 알아보기 위한 것으로, 작업단계별로 9부위(목, 등, 허리, 어깨, 팔/팔꿈치, 손/손목/손가락, 엉덩이/허벅지, 무릎, 발/발목)에 대해 작업시에 주관적으로 힘들게 느껴지는 모든 부위에 대하여 응답하도록 하였다.

2) 작업분석(Job Analysis)

시설참의 재배작업의 인간공학적 위험분석을 위해 분석대상 농가의 전반적인 작업조건 및 작업공간을 조사하였으며, 작업단계별로 비디오 촬영 및 현장 측정을 수행하였다.

① 작업 단계 · 작업 공간 조사

: 대상 농가의 시설참외 재배 작업 단계, 작업 흐름 등을 조사하였으며, 작업 공간을 실측하였다.

② 위험요인 평가

: 시설참외 재배시의 작업 단계 중에서 대부분의 작물에서 공통적으로 이루어지는 작업들을 제외하고 참외 작물의 특수성이 반영된 작업 위주로 8 작업 단계 총 13개 세부 작업을 선정하였다. 각 작업별로 동영상 · 사진을 촬영하였으며, 작업 시간 구성을 분석하였고, 작업위험요인의 평가를 위해 줄자, 미세저울, 체중계를 이용하여 작업 단계별로 사용되는 취급 농자재의 높이, 너비, 중량 등을 측정하였다. 힘을 주로 사용하는 작업의 경우 Push-Pull Gauge(Digital Dynamometer, Ametec)를 이용하여 사용된 힘을 계측하였다. 촬영된 비디오

Table 1. Characteristics of questionnaire subjects(N=94)

Item	Mean ± S.D.	Item	Mean ± S.D.				
Age(yrs.)	45.3 ± 7.6	Melon growing area(m ²)	8113.7 ± 3198.9				
Agriculture experience(yrs.)	18.6 ± 10.7	Total workers (N.)	2.4 ± 0.9				
Melon growing experience(yrs.)	16.4 ± 6.4	Working time (h/day)	<table border="1"> <tr> <td>Busy season</td> <td>9.8 ± 3.3</td> </tr> <tr> <td>Slack season</td> <td>5.4 ± 2.7</td> </tr> </table>	Busy season	9.8 ± 3.3	Slack season	5.4 ± 2.7
Busy season	9.8 ± 3.3						
Slack season	5.4 ± 2.7						

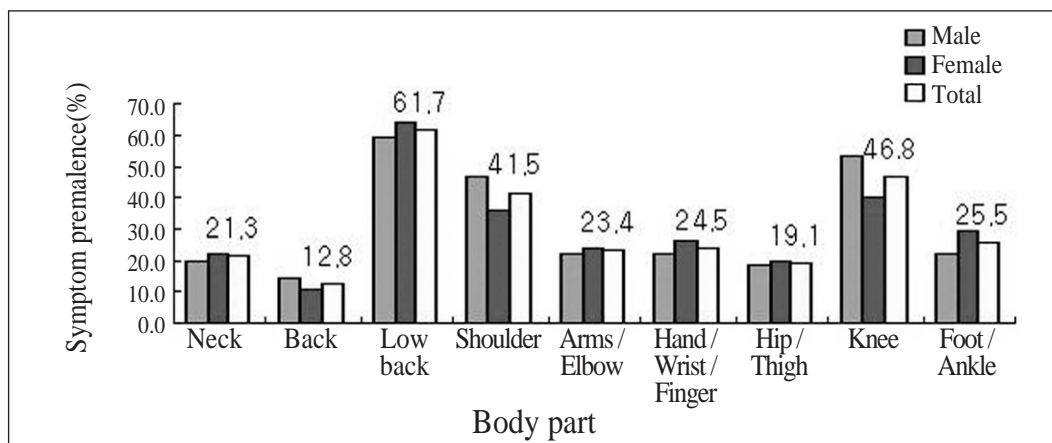


Fig. 1. Symptom prevalence by body part and sex.

의 1차 분석을 통해 세부 작업 내에서의 작업반복도와 노출 시간을 고려하여 최종 분석대상 작업단위를 선정한 후, 분석 대상 작업단위내 cycle time, 반복빈도, 정적유지시간, 작업자 세 등을 관찰하였고, REBA (Hignett & McAtamney, 2000), RULA (McAtamney & Corlett, 1993), OWAS (Karhu, et al., 1977; Stoffert, 1985)의 3종의 평가도구를 이용하여 작업단계별 위험점수, 부위별 위험점수, 조치수준 등을 평가하였다.

3) 통계분석

설문조사 대상자의 일반적 특성 및 농작업 관련 사항에 대하여 성별에 따른 차이를 살펴보고, 연령, 농사규모, 농사기간, 작업시간 등의 변인에 따른 근골격계 자각증상 호소율의 차이를 보고자 Chi-square test 및 Fisher's exact test를 시행하였다. 통계 처리는 SAS 9.1을 이용하였다.

III. 연구결과

1. 근골격계질환 자각증상 및 작업단계별 힘든 부위

1) 조사대상자의 일반적 특성 및 작업관련 사항

자각증상 및 주관적 힘든 부위의 조사 대상자는 94명(남자 49명, 여자 45명)이었으며, 남성은 40대(74%), 50대(12%)가 중심인데 비해 여성은 40대(60%), 30대(29%) 중심으로 여성이 남성에 비해 연령이 유의하게 낮았다(P<0.01). 조사대상자의 89%가 10년 이상 참외를 재배해왔으며, 남성은 20~29년(43%)에 가장 많이 분포하고 있는데 반해 여성은 10~19년(70%)이 중심을 이루는 등 여성이 남성에 비해 농사경력 및 참외재배 중사경력이 유의하게 짧았다(P<0.01). 참외재배면적은 대상자의 78%가 3,305~9,915m² (1,000~3,000평)을 경영하고 있었으며, 재배면적, 농번기·농한기 작업시간에서 남

Table 2. Work loaded body part by tasks

	Neck	Back	Low back	Shoulder	Arms /Elbow	Hand/Wrist /Finger	Hip /Thigh	Knee	Foot /Ankle	Number (N/%)
Grafting	15	13	51	19	7	16	17	19	2	94
	16.0	13.8	54.3	20.2	7.4	17.0	18.1	20.2	2.1	100
Planting	5	6	69	13	15	11	13	43	1	94
	5.3	6.4	73.4	13.8	16.0	11.7	13.8	45.7	1.1	100
Removing sprouts	10	13	57	24	14	32	19	43	1	94
	10.6	13.8	60.6	25.5	14.9	34.0	20.2	45.7	1.1	100
Fertilization	19	14	69	24	8	21	17	33	2	94
	20.2	14.9	73.4	25.5	8.5	22.3	18.1	35.1	2.1	100
Harvest	25	15	70	35	13	26	18	27	3	94
	26.6	16.0	74.5	37.2	13.8	27.7	19.1	28.7	3.2	100
Moving	7	5	54	30	24	40	7	7	20	94
	7.4	5.3	57.4	31.9	25.5	42.6	7.4	7.4	21.3	100
Sorting& Packing	13	14	58	22	18	25	18	16	10	94
	13.8	14.9	61.7	23.4	19.1	26.6	18.1	17.0	10.6	100
Controlling a temp.	11	8	15	16	11	20	10	2	5	94
	11.7	8.5	16.0	17.0	11.7	21.3	10.6	2.1	5.3	100
Scattering agricultural chemicals	6	7	25	43	23	24	25	10	15	94
	6.4	7.4	26.6	45.7	24.5	25.5	26.6	10.6	16.0	100
Total N/%	111	95	468	226	133	215	143	200	59	1,650
	6.7	5.8	28.4	13.7	8.1	13.0	8.7	12.1	3.6	100

년간에 유의한 차이는 없었다(Table 1). 인간공학적 작업분석 대상 농가는 경영주(54세)와 배우자(45세)로 구성된 농가이며 참외재배 경력은 25년, 재배면적은 10,000m²(3,000평)이었다.

2) 근골격계 자각증상 호소율

시설참외 재배농업인 94명을 대상으로 근골격계 자각증상에 대한 설문조사 실시한 결과, 지난 1년간 어느 한 부위라도 증상 경험이 있었던 농업인은 조사대상자의 83.0%였으며, NIOSH 기준 이상의 자각증상 호소자는 79.8%였다. NIOSH 기준 이상의 호소율을 중심으로 살펴보면, 신체부위별로는 허리(61.7%)> 무릎(46.8%)> 어깨(41.5%)> 발/발목(25.5%)> 손/손목/손가락(24.5%) 순이었고 (Fig. 1), 통증정도는 심한 통증(33.3%)> 중간 통증(31.9%)> 약한 통증(24.6%)> 매우 심한 통증(10.1%)순으로 조사 대상자의 75.4%가 중간 통증 이상의 증상을 호소하였다.

NIOSH 기준 이상 자각증상 호소율과 성별의 관계를 살펴보면, 남자의 경우 81.6%, 여자의 경우 77.8%였으나 유의한 차이는 보이지 않았다. 또한 통증정도에 있어서 중간 통증 이상자의 경우 남자는 68.4%, 여자는 83.9%로 여자가 보다 높았으나 통계적으로 유의하지 않았다. 신체부위별로 어깨와 무릎 부위에 있어서 남자가 여자보다 높게 나타나고, 그 이외의 부위들에서는 여자가 더 높게 나타났으나 통계적으로 유의하지 않았다. 연령에 따른 차이를 보면, 연령이 증가함에 따라 자각증상 호소율이 유의하게 증가하는 것으로 나타났다(p<0.05), 연령에 따른 통증부위나 통증강도에서 유의한 차이는 없었다. 농작업 관련 변인에 있어서 농번기 일일작업시간이 길수록 호소율이 높았으나 통계적으로 유의하지 않았으며, 이외에 농사경력, 참외 재배경력, 재배규모에 따른 호소율에서의 유의한 차이는 보이지 않았다.

3) 주요 작업별 주관적 힘든 부위

주요 작업별로 작업 시 주관적으로 힘들다고 느끼는 부위를 조사한 결과, 각 작업별로 힘든 부위의 경향이 다르게 나타났다. 접목 시에는 허리 부위가 주로 힘들다고 응답하였고, 정식 시에는 허리·무릎, 순치기 시에는 허리·무릎·손, 수정 시에는 허리·무릎, 수확 시에는 허리·어깨, 수확물 운반 시에는 허리·손·어깨, 선별 시에는 허리·손, 보온덮개 개폐 시에는 손·어깨, 농약 살포 시에는 어깨 부위가 주로 힘들다고 하였다.

전체 작업단계를 총괄하여 힘들다고 응답한 빈도가 가장 높은 부위는 허리였으며, 다음으로 어깨> 손/손목/손가락> 무릎 부위 순이었다. 대다수의 작업에서 허리 부위를 가장 힘든 부위로 응답하였으나, 서서 보행하며 손이나 어깨를 주

로 사용하는 보온덮개 개폐작업과 농약살포 작업은 허리 부위보다 어깨나 손 부위가 더 힘들다고 하였다. 목 부위가 힘들다고 응답한 빈도가 가장 높았던 작업은 수확 작업이었으며, 어깨 부위의 경우 농약살포, 수확, 수확물 운반 작업이었고, 팔 부위의 경우 수확물 운반, 농약살포 작업이었다. 손 부위의 경우 수확물 운반과 순치기 작업에서 높았으며, 엉덩이·허벅지 부위는 농약살포 작업에서, 무릎 부위는 정식, 순치기, 수정 작업에서, 발 부위는 수확물 운반 작업에서 가장 높았다(Table 2).

2. 작업분석(Job Analysis)

1) 작업 단계 및 작업 공간

시설참외의 주요작업은 퇴비 살포, 묘판 제작, 접목, 정식, 순치기, 수정, 수확, 세척·선별·출하작업으로 이루어지고, 관리 작업으로 온도관리, 물 관리, 제초, 병충해방제 등이 있다. 동절기에 파종·정식을 하여 3~5월에 집중적으로 수확 및 세척·선별·출하작업을 하게 되는데, 수확작업의 경우 35~40℃ 수준의 봄철 비닐하우스내의 고온 환경(최정화, 1992)속에서 휴식일 없이 매일 반복적으로 진행된다.

참외 하우스는 2개의 넓은 두둑으로 1동이 구성되며, 1동은 폭 7m × 길이 100m의 약 700m²(200평)으로 구성된다. 중앙 통로 부분의 높이는 1.93m로 직립보행에 큰 지장이 없으나, 하우스 측면으로 갈수록 낮아져 끝부분은 0.9m 수준이 되어 측면 끝에서의 작업 시 작업자세에 제약을 주게 된다. 두둑 폭은 참외덩굴의 성장공간을 위해 각각 170cm로 타 작목에 비해 넓다(Fig 2).

2) 위험요인 평가

(1) 작업단계별 위험요인 특성

참외재배시의 세부작업 단계별로 사이클링 타임, 사이클링 타임 내 작업구성, 작업위험요인(반복빈도·정적유지시간·취급 중량물), 연간 작업시간 구성 및 연간 작업량을 조사하여 <부록 2>에 제시하였다. 작업량과 작업시간은 대략 7m×100m의 하우스 15개 동으로 구성된 10,000m²(3,000평) 참외하우스의 1작기를 기준으로 한 것이며, 작업시간은 고용노동(대부분 품앗이)을 포함한 총 투여시간을 나타내었다.

노동투여시간이 가장 많은 작업은 참외 따기> 보온덮개 열기·덮기> 순치기·상자담기의 순이었으며, 보온덮개 열기·덮기, 참외 따기와 상자담기 작업은 3~4개월 동안 매일 반복적으로 이루어진다. 노동시간 비중이 높은 정식·수정·순치기·수확 작업 시에는 공통적인 위험한 자세를 취하게 되는데, 낮은 두둑 높이로 인해 쪼그려 앉거나 허리를

깊이 숙인 상태에서 팔을 멀리 뻗으며 목을 젓히는 자세가 정적으로 지속되게 된다. 과도한 힘을 사용하는 작업의 비중이 높은 편인데, 참외 수확 · 운반 · 포장 시 반복적으로 중량물(최대 80kg)을 취급하게 되고, 보온덮개 개폐 시에는 적절한 손잡이가 부재한 상태에서 16~19kg의 힘을 사용하게 된다. 또한 다수의 작업에서 손/팔 부위의 반복적인 사용이 관찰되어, 낮고 넓은 폭의 두둑으로 인한 위험한 작업자세의 지속, 과도한 힘의 사용, 반복적인 손/팔 사용 작업 등이 참외 재배시의 주된 위험요인으로 판단된다.

(2) 체크리스트 평가

REBA에 의한 평가 결과 위험도가 높은 작업은 수확물 운반, 모종심기, 순치기, 참외 따기, 보온덮개 덮기, 접목한 묘심기, 모종 갖다놓기, 수정, 상자담기 순이었으며, RULA 평가결과의 경우 접목과 세척을 제외한 모든 작업에서 최대위험점수인 7점 이상을 보였고, OWAS 결과에서는 모종심기, 수정, 참외 따기, 순치기, 상자담기 순이었다. 3종의 평가도구의 조치수준의 값을 합하였을 때 가장 높은 값을 나타낸 작업은 모종심기, 수정, 참외 따기, 순치기, 상자담기 순이었으며, 3개의 평가도구에서 모두 조치수준 4 이상으로 나온 고 위험작업은 모종심기, 수정, 참외 따기였다(Table 3). 이는 안옥선 등(1999)이 시설참외의 재배작업시의 생리적 부담으로서 작업자 심박수를 측정 한 결과 모종심기와 수확 작업에서 높은 수치를 보인 것과도 연관된다.

3) 노동투하시간 가중치를 고려한 작업단계별 REBA 위험도

3종의 평가도구 중 위험점수 폭이 커 작업 간 차이를 살펴 보기에 가장 적합한 것으로 판단되는 REBA를 이용하여 시간가중치를 부여한 작업위험도를 분석하였다. REBA에 의한 위험점수를 기준으로 대상농가의 작업단계별 1작기 노동투하시간을 곱하여 작업부하를 살펴본 결과, 참외 따기 > 보온덮개 덮기 > 순치기 > 보온덮개 열기 > 상자담기 > 수정 > 수확물 운반 > 모종심기 > 세척의 순으로 나타났다(Fig. 3). 노동투하시간 가중치를 주지 않은 REBA 위험점수에 의해 도출된 고 위험작업이 수확물 운반 > 모종심기 · 순치기 > 참외 따기 · 보온덮개 덮기 > 접목한 묘 심기 · 모종 갖다놓기 · 수정 · 상자담기 순 이었던 것과 비교하였을 경우 둘 간에 순위차가 존재하였다.

두 항목에 의한 결과를 종합해 보면, 참외 따기, 보온덮개 덮기, 순치기 작업은 위험점수도 높고, 작업시간도 매우 길었으며, 상자담기와 수정작업은 작업위험점수가 어느 정도 높으면서도 노동투하시간도 길었다. 수확물 운반과 모종심기는 작업자체의 위험점수는 가장 높으나 노동투하시간은 상대적으로 적었으며, 보온덮개 열기는 작업자체의 위험점수는 크게 높지 않으나 노동투하시간이 상대적으로 길었다. 따라서 우선적인 개선이 필요한 고 위험작업은 참외 따기, 순치기, 보온덮개 덮기 작업이며, 그 다음으로 상자담기와 수정 작업인 것으로 나타났다. 이는 김경란 등(1999)이 시설참외

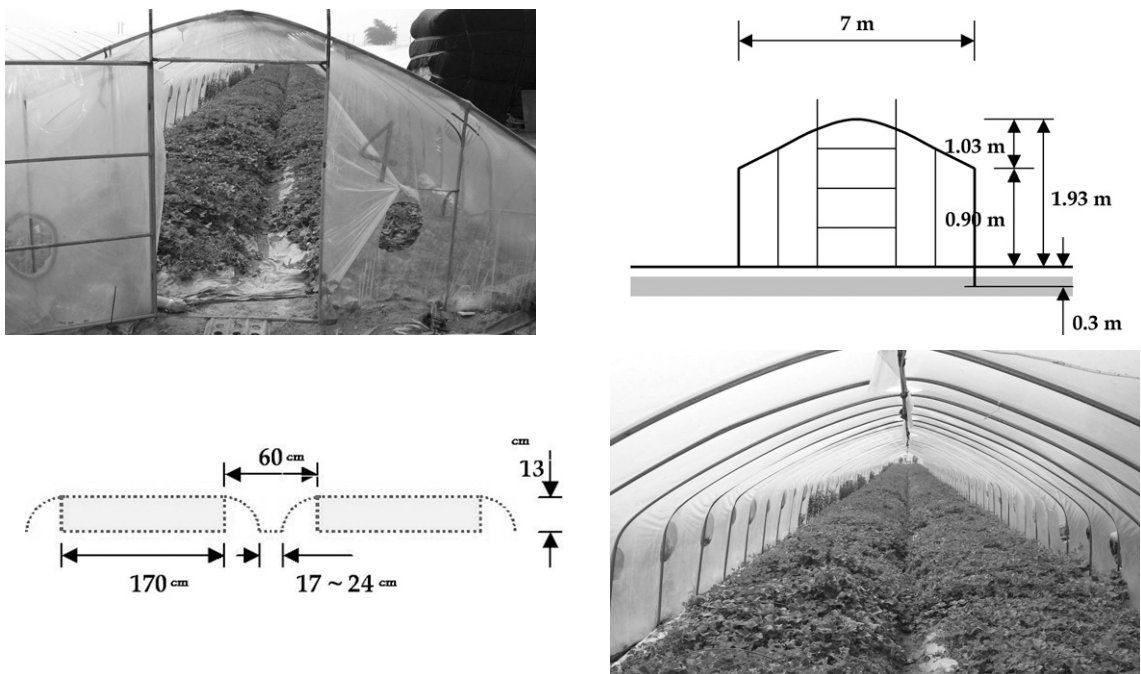


Fig. 2. The size and drawing of greenhouse for melon.

재배자의 작업단계별 에너지소비량을 측정하여 노동투하시간을 고려한 작업별 총에너지소비량을 계산한 결과 가장 많은 노동 부담이 큰 작업으로 순치기, 수확·운반, 온도관리를 도출하였던 선행연구와도 일치되는 결과이다.

IV. 고찰

시설채외는 채소류, 딸기 등과 같이 무릎 아래에 위치한 낮은 작물이면서 덩굴류 작물로서 생육기간 내내 작물높이가

Table 3. Risk score, action level and working time by tasks

Tasks	Detailed tasks	REBA		RULA		OWAS	Working time /10,000m ²
		Score	Action level	Score	Action level	Action level	
Grafting	Grafting	5.0	2	4.5	2	1.0	80
	Planting grafted seedlings	11.0	4	7.0	4	3.0	20
Planting	Moving Plants	11.0	4	7.0	4	2.5	15
	Planting	12.5	4	7.0	4	4.0	80
Controlling a temp	Covering with lags	12.0	4	7.0	4	1.5	420
	Opening lags	10.0	3	7.0	4	1.0	420
Fertilization	Fertilization	11.0	4	7.0	4	4.0	240
Pinching sprouts	Cropping sprouts	12.5	4	7.0	4	3.5	360
Harvesting & moving	Harvesting	12.0	4	7.0	4	4.0	1.080
	Moving	13.0	4	7.0	4	2.5	180
Cleaning, Sorting & Packing	Cleaning & Sorting	4.5	2	4.0	2	1.5	180
	Putting in a box	11.0	4	7.0	4	3.5	360
	Packing a box	10.0	3	7.0	4	2.0	45

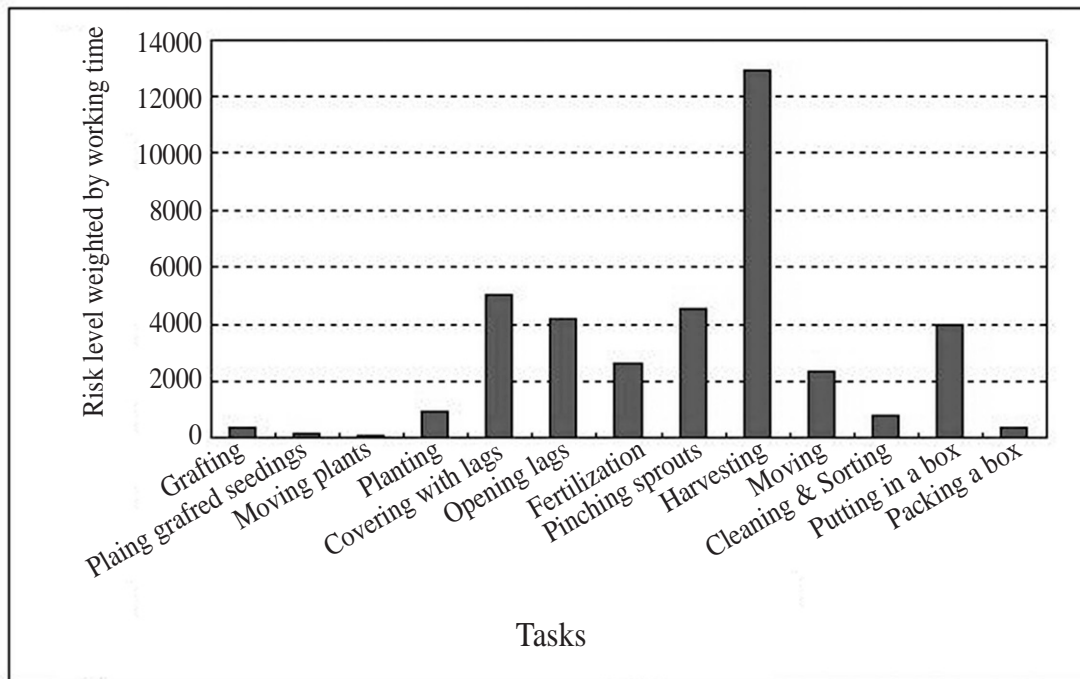


Fig. 3. Total risk score weighed by working time and REBA score.

낮게 유지되고, 덩굴이 뻗어나갈 공간 확보를 위해 타 작목에 비해 두둑이 넓다. 참외 두둑은 170cm에 달하는데 이는 Barnes가 제안한 성인의 수평면 최대 작업영역이 50cm(권영국, 2001; 임연용, 2000)이며, 한국 젊은 성인의 평균 팔 길이(어깨 점-손목 점)가 남여 각각 58, 53cm(산업자원부, 2004)임을 살펴볼 때, 두둑의 양측에서 작업을 한다고 해도 최대 작업영역을 훨씬 초과하는 너비이다. 더군다나 참외 하우스 조건상 정상적인 작업공간이 중앙통로 하나이며, 두둑 양측에서의 작업이 거의 불가능한 현재의 조건에서는 적절한 작업자세를 유지하는 것이 불가능하다.

본 연구에서는 시설참외 재배 농업인의 근골격계질환 호소정도를 살펴보기 위해 자각증상의 경험율과 함께 NIOSH 진단기준을 적용하였으며, 자각증상 경험율은 83.0%, NIOSH 기준 이상의 자각증상 호소율은 79.8%로 조사되었다. 본 연구의 자각증상 경험율과 유사한 방식으로 조사된 선행연구 결과로서 선명훈 등(1991)과 오해옥 등(2001)은 농업인 138명과 661명을 대상으로 조사하여 각각 82%, 89%의 근골격계 증상 경험율을, 이한기 등(2002)은 과수·고추·축산에 종사하는 농업인 600명을 대상으로 하여 84.3%를 보고하였다. 오해옥 등(2001)의 연구에서 다소 높은 호소율이 나온 것은 조사대상자의 성별구조에서 여성이 남성보다 2배 가량 되었던 것과 연관되었을 것으로 추정되며, 다른 두 선행연구와 본 연구의 결과는 유사하였다. 또한 NIOSH 기준을 적용한 선행연구로서 이한기 등(2002)은 64.8%의 호소율을, 이수진 등(2006)은 농업인 1,225명을 대상으로 조사하여 80.6%를 보고하였는데, 본 연구결과인 79.8%는 후자의 연구결과와 유사한 수준이었다.

한편 의사진단에 의한 유병율의 경우 이한기 등(2002)은 54.2%, 김경란 등(2004)은 61.5%라고 하였다. 선행연구 및 본 연구를 바탕으로 국내 농업인의 근골격계질환 유병실태를 종합하여 보면, 국내 농업인의 의사진단에 의한 근골격계질환 유병율은 54~62% 정도이고, NIOSH 기준 이상의 호소율은 65~81%, 근골격계증상 경험율은 대략 82~89% 수준이었으며, 각각의 상이한 기준에 의해 일정 정도의 유병율 차이가 존재함을 확인할 수 있었다.

국외 농업인의 근골격계질환 유병실태와 비교해보면, 네덜란드의 경우 12개 작목에 종사하는 1,280명 농업인을 대상으로 조사한 연구에서 71~75%의 자각증상 호소율을 보고하였으며(Hildebrandt, 1995), Rosecrance 등(2006)은 미국 켄사스주 농업인 499명 중 60% 정도가 작업으로 인한 근골격계 자각 증상을 호소하였다고 하였다. 미국 Park 등(2001)은 농업인이 일반 노동자들보다 1.6배 높은 요통 호소율을 보인다고 하였으며, 스웨덴의 Holmberg 등(2003)은 농업인이 비 농업인에 비해 허리와 엉덩이의 통증 호소율이 유의하게 높은

것으로 보고하였다. 국가별로 농업인의 자각증상 호소율에는 차이가 있으나, 농업인이 비 농업인이나 타 산업 종사자에 비하여 높은 근골격계 질환율을 나타내는 것은 국내외로 동일한 것으로 보인다.

농업인의 근골격계질환과 관련된 변인으로서 본 연구에서는 연령이 증가함에 따라 자각증상 호소율이 유의하게 높았고($p<0.05$), 성별, 일일 작업시간, 농사 경력, 농사규모에 따른 유의한 차이가 나타나지 않았다. 여성의 통증강도가 더 높고 호소부위도 더 많은 것으로 나타났으나 통계적으로 유의하지 않았는데, 이와 관련하여 박재범 등(2000)은 성별에 따른 유의차가 없었다고 한 반면, 오해옥 등(2001)은 남자 82.7%, 여자 92.1%의 증상 경험율을 보여 여자가 유의하게 높았다고 하였고, 선명훈(1991)도 남자 77%, 여자 88%로서 여자의 호소율이 더 높다고 보고하였다. 더불어 오해옥 등(2002)은 교육정도나 생활수준이 낮을수록, 농사종사기간이 길수록 자각증상 호소율이 높다고 하였으며, 김귀남 등(1999)은 교육수준이 낮을수록, 농기계 사용이 적을수록, 쪼그린 자세로 작업하는 작업자일수록 요통 유병율이 유의하게 높고, 농사경력이나 작업시간에 따른 유의차는 없었다고 하는 등 농업인의 근골격계질환과의 관련변인에 대한 일치되지 않은 결과들이 존재하였다. 따라서 이 부분은 추후 더 많은 연구가 필요할 것으로 보인다.

NIOSH 기준 이상의 호소율을 중심으로 근골격계질환 통증 부위를 조사한 결과, 허리, 무릎, 어깨, 발/발목, 손/손목/손가락 순이었는데 이와 관련하여 오해옥 등(2001)은 허리, 다리·무릎, 어깨, 손 순으로 보고하여 본 연구결과와 유사하였으며, 선명훈 등(1991)은 허리, 어깨, 상지, 하지, 무릎 순으로 보고하였다. 미국의 Rosecrance 등(2006)은 허리, 어깨, 무릎, 목의 순으로 증상호소가 높았다고 하였으며, 농업인의 1/4 정도가 요통으로 병원을 방문했던 것으로 보고하여 요통의 심각성을 알렸다. 네덜란드의 Hildebrandt(1995)는 허리, 목, 무릎의 순으로 증상 호소율이 높았다고 하여 국내외로 허리, 무릎, 어깨 부위가 농업인의 근골격계질환에 있어 주로 문제되는 부위임을 알 수 있었다. 이는 국내 타 산업분야 종사자들 대상으로 한 연구결과로서 여성단말기 작업자들의 경우 목, 어깨, 손목 순(손정일 등, 1995), 전자부품 조립 작업자들의 경우 목, 어깨, 팔/팔꿈치, 손/손목 부위 순(최재욱 등, 1996), 시계조립 작업자들을 경우 목, 손/손목, 어깨, 팔/팔꿈치 순으로(장은철 등, 2000) 나타난 것과 매우 상이하다는 것을 알 수 있었다.

참외재배 작업 시 각 신체부위별로 위험요인들과 위험작업들을 도출할 수 있었다. 먼저, 농업인에게서 가장 문제가 되는 허리 부위의 경우, Holmberg 등(2003)은 농장에서의 무거운 물건 들기와 부적절한 자세의 작업이 허리 통증을 유발

하는 주된 요인이라고 하였으며, Palmer(1996) 역시 물건을 들어 올리거나 몸통 굽힘을 자주 하는 작업이 심각한 허리 통증을 야기할 수 있다고 하였다. 미국 CDC(1999)에서는 요통의 원인으로 들기, 밀기, 당기기, 구부리기, 비틀기, 멀리 뺏기 동작을 언급하였다. 참외 재배단계별로 작업 시 주관적으로 힘든 부위를 조사한 결과 허리 부위가 가장 힘들다고 응답한 작업은 두 종류의 작업으로 나뉘게 된다. 한 종류는 낮은 위치의 작물을 다루기 위해 쪼그리거나 허리를 깊게 숙이는 자세를 유지하며 자주 허리를 비틀게 되는 작업으로 정식, 순치기, 수정, 수확, 선별작업이었으며, 또 하나의 작업종류는 과도한 중량물을 취급하는 수확물 운반 작업이었다. 이는 REBA 평가에 의해 허리부위의 위험도가 높은 작업으로 정식 시 모종 운반, 수정, 수확작업이 도출된 것과 유사한 결과이다. 반면 서서 보행하며 손이나 어깨를 주로 사용하는 보온덮개 개폐작업과 농약 살포 작업 시에는 허리 보다는 어깨나 손 부위가 더 힘들다고 하여, 참외 재배의 경우에도 몸통의 과도한 굽힘·비틀림의 부적절한 자세와 과도한 중량물 취급이 요통 유발의 주원인인 것으로 판단된다.

무릎과 엉덩이의 통증은 주로 부적절한 자세와 무거운 물건 들기와 밀접한 관련이 있으며(Holmberg et al., 2003), 울퉁불퉁하고 젖은 지면을 걷는 것 또한 하지부위의 근골격계 질환의 위험요인이라고 하였다(Meyers et al., 2000). 참외 재배 단계별로 작업 시 주관적으로 힘든 부위를 조사한 결과 쪼그려 앉거나 두둑에 한 발을 올린 채 엉거주춤 서서 한쪽 다리에 중심을 둔 정적자세로 작업하게 되는 정식·순치기·수정·수확 작업에서 주로 힘들다고 하였고, 이들 작업 중에서도 쪼그린 자세로 작업하는 정식·순치기 작업에서의 빈도가 더 높았다. 반면 서서 움직이는 수확물 운반·보온덮개 개폐·농약살포 작업 등에서는 응답 빈도가 낮았다. 이는 REBA 평가에 의해 다리부위의 위험도가 높은 작업으로 정식, 순치기 작업이 도출된 것과 유사한 결과이다.

어깨의 경우 Pamer(1996)는 어깨나 그 이상의 높이에서 일주일 10,000~16,000회 정도의 반복 작업을 해야 하는 토마토 작업자들의 어깨 통증에 대한 위험이 높은 것으로 보고하였는데, 참외 재배 시에도 다수의 작업에서 팔을 멀리 뺏기 위해 45° 이상 팔을 들어 올리는 동작이 관찰되었다. 주관적으로 어깨가 힘들다고 응답한 빈도가 높았던 작업은 중량물을 동반한 상태에서 팔 들기 동작을 수행하는 농약살포, 참외 따기, 수확물 운반이었다. 이들 작업이 중량물 없이 팔 들기 동작이 이루어지는 순치기나 수정작업에 비해 어깨 부위의 응답 빈도가 높았던 것으로 보아, 위험자세의 반복 시 중량물의 동반이 부담을 더욱 가중시켰음을 추측할 수 있었다.

손 부위의 대표적인 위험요인은 부적절한 손목자세, 매우 반복적인 쥐는 작업, 과도한 손힘이 들어가는 작업, 집기 작

업이나 국소 부위의 접촉 스트레스로 알려져 있다. 수확 시 전정가위질, 순치기시 손목 내외전, 수정 시 분무기 스위치 당기기, 19kg정도의 손힘으로 보온덮개 당기기 등 참외 작업 시 다수의 작업에서 손 부위의 위험요인이 관찰되었다. 특히 참외수확 시기에는 1인당 하루 평균 500개 이상의 참외를 수확하여, 하루 평균 2,500회 이상의 참외 들기 동작을 반복하게 된다. 실제로 접목, 수정, 순치기, 상자담기 작업에서는 1분당 손목동작 횟수가 NIOSH에서 제시하는 임계치인 25회/분(10,000회/8시간)을 훨씬 초과하고 있었다. 이들 작업이 매일 8시간 이상 이루어지는 작업은 아니나 작업들이 서로 연결되어 상당한 기간 동안 연속 진행되며 농번기의 작업시간이 하루 평균 10시간임을 감안한다면 위험수준을 넘고 있음을 쉽게 짐작할 수 있다.

목 부위의 경우 주관적으로 힘들다고 응답한 작업 단계는 수확, 수정, 접목 작업이었다. 수확·수정 작업 시에는 허리를 깊게 숙인 상태에서 먼 곳의 작물을 보기 위해 목을 30° 이상 젓히게 된다. 정식이나 순치기 작업에서도 목 젓힘이 있으나 쪼그려 앉은 자세에서 이루어지므로 상체와 목의 각도차가 전자의 작업들에 비해 크지 않다. 기존의 평가도구에서 목 부위의 젓힘에 대한 위험요인을 그림으로 표현할 경우 상체를 직립한 자세에서 목을 젓히는 자세로 주로 표현하는데, 향후 농작업 분야에 적합한 평가도구를 개발하거나 변형할 경우에는 낮은 위치의 작물을 재배하는 농업인이 다수임을 감안하여, 허리를 깊게 숙인 상태에서 목을 젓히는 자세에 대한 표현이 추가되는 것이 바람직할 것이다.

다양한 형태의 농작업을 인간공학적으로 평가해보기 위해 3종의 평가도구를 사용하였는데, 제조업 등 타산업과 달리 비정형적인 작업으로 구성된 농작업의 특성을 고려하여, 각각의 평가도구가 농업분야의 근골격계 위험요인을 평가함에 있어서 어느 정도 적합한가를 살펴보면, REBA의 경우 작업별로 위험점수 폭이 크게 나타나 작업 간 차이를 살펴보기에 큰 무리가 없었으나, RULA의 경우 상지 동작이 많은 농작업의 특성상 대부분의 작업에서 최고위험점수가 나타나 작업 간의 위험도 차이를 보기가 어려워 농작업 분석에 적합하지 않은 것으로 판단되었으며, OWAS의 경우 하지의 부담은 잘 반영되나 상지의 부담이 적합하게 반영되지 못하는 것으로 나타났다. 향후 농작업 분석에 적합한 평가도구를 개발하거나 선정할 경우 전신의 작업 위험이 균형 있게 반영되는가에 유념해야 할 것이며, 또한 타 업종에서 잘 나타나지 않는 특수한 자세나 특이한 위험요인들이 평가될 수 있어야 할 것이다. 덧붙여 8시간 동안 동일 작업을 지속하는 일반 제조업 분야와 달리 한 명의 작업자가 여러 가지 다른 형태의 작업을 복합적으로 수행하고, 작업별로도 시간구성이 매우 다양한 농작업에 있어 노출시간을 감안한 적합한 위험기준을 마련

하기 위한 후속연구들이 진행되어야 할 것이다.

이 연구의 제한점은 다음과 같다. 첫째, 인간공학적 작업분석에서 있어서 1개 농가만을 대상으로 수행하여 전체 시설 참외 농가에 일반화시키는 것에 한계가 있을 것으로 보인다. 새로운 기기(선별기 등)나 하우스 방식 도입 여부, 개인별 작업속도 및 휴식 시간, 이로 인한 총 작업 소요시간 등에서 농가마다 차이가 있을 것으로 생각된다. 다만 국내 참외 재배 면적의 55%가 이 연구의 대상 지역인 경북 성주지역에 밀집되어 있고 주산지의 경우 오래된 작업역사로 인해 작업방식이 거의 통일되어 있기에, 기본적인 작업방식, 하우스 단위면적당 작업량, 작업빈도 등에 있어서는 농가별로 큰 차이가 없을 것으로 판단되며, 이 연구의 대상농가 선정 시 작업에 크게 영향을 줄 수 있는 요인(새로운 기기나 하우스방식 등) 면에서 대다수의 농가에서 취하고 있는 형태의 농가를 선정하였기에 시설 참외 작업의 위험요인 및 위험도를 대략적으로 살펴보는 것은 가능하리라 생각된다.

둘째, 작업 위험인자들과 증상과의 관련성 분석에 제한점이 있다. 작업위험요인과 근골격계 증상 조사를 작업자별로 조사하여 관련성을 분석하는 것이 바람직하나, 다수의 농업인에 대하여 연중작업을 조사·분석하여 위험도를 평가하는데 현실적으로 어려움이 있어 대표 농가를 중심으로 관계를 유추해보고자 하였으며, 제한적이거나 근골격계 증상과 일반적인 작업관련 변인(재배규모, 재배경력, 일일평균 작업시간 등)과의 관련성을 분석하였다. 추후 후속연구들에서는 작업 위험요인과 증상간의 연관관계 분석에 있어, 농업의 특수성을 고려하여 작업자별 위험요인을 파악하기 위한 다양한 방법들이 시도되고 정립되어야 할 것이다.

V. 요약 및 결론

근골격계질환의 예방대책 마련을 위한 기초 자료를 제공하고자 시설참외 재배작업자 94명을 대상으로 근골격계 자각증상 호소율 및 작업단계별 힘든 부위를 조사하였고, 대표 농가를 대상으로 작업촬영 및 현장측정을 통해 근골격계 위험요인 및 위험도를 평가한 결과는 다음과 같다.

1. 참외재배 농업인 94명을 대상으로 참외작업시의 주된 인체 부담부위를 알아보기 위해 근골격계 자각증상 호소율과 작업자가 주관적으로 힘들다고 인지하는 부위를 설문 조사한 결과, 응답자의 83.0%가 지난 1년간 증상을 호소하였으며, 79.8%가 NIOSH 기준 이상의 증상을 호소하였다. NIOSH 기준 이상 호소부위는 허리> 무릎> 어깨> 발/발목> 손/손목/손가락 순이었으며, 작업 시 힘든 부위는 허리> 어깨> 손/손

목/손가락> 무릎 순으로 나타나 참외 작업 시 주된 부담 부위가 허리, 어깨, 무릎 부위임을 알 수 있었다.

2. 참외재배 작업 시 노동투하시간이 가장 많은 작업은 참외 따기> 보온덮개 열기·덮기> 순치기·상자담기의 순이었으며, 낮고 넓은 폭의 두둑으로 인한 위험한 작업자세의 지속, 과도한 힘의 사용, 손/팔부위의 반복 사용 등의 위험요인이 다수의 작업에서 관찰되었다.

3. 작업촬영 및 현장측정 자료를 이용하여 3종(REBA, RULA, OWAS)의 평가도구에 의해 주요 작업별 위험도를 평가한 결과, 가장 높은 위험도를 보이는 작업은 모종심기, 수정, 참외 따기, 순치기, 상자담기 순이었으며, REBA 위험점수에 노동투하시간 가중치를 주었을 경우에는 참외 따기, 보온덮개 덮기, 순치기, 보온덮개 열기, 상자담기, 수정작업 순이었다. 종합해보면 참외 따기 작업에서 우선적인 개선이 필요한 고 위험작업은 참외 따기, 순치기, 보온덮개 덮기 작업이고, 그 다음으로 상자담기와 수정작업인 것으로 나타났다.

본 연구를 통해 참외 작업자들이 부적절한 작업 자세, 반복적인 작업, 중량물 취급 등 근골격계위험 요인에 상시적으로 노출되고 있음을 알 수 있었으며, 향후 근골격계질환을 예방하기 위한 실용적인 작업개선방안 및 참외재배 작업의 동작 특성과 주된 부담부위를 고려한 피로회복 체조, 운동 프로그램 등이 마련되어야 할 것이다.

REFERENCES

권영국. 산업인간공학. 형설출판사; 2001. (275쪽)
 김경란, 안옥선, 오승영. 농촌진흥청 시험연구보고서-작목별 노동 강도에 관한 연구. 농촌진흥청; 1999. (118~140쪽)
 김경란, 이경숙, 김효철, 김경수, 이지성 등. 농림어업인의 주요 상병 및 건강행태 비교 분석. 농촌진흥청; 2004. (137쪽)
 김귀남, 류소연, 박종, 이준행, 김기순. 일부 농촌지역주민의 비닐하우스 작업여부와 요통과의 관련성. 한국농촌의학회지 1999;24(1):145-159
 농림부 국립농산물품질관리원. 주요작물 지역별 재배동향; 2001. (134쪽)
 박재범, 이경숙, 이세희, 김종구, 정호근. 근골격계 위험요인이 농부중에 미치는 영향. 한국농촌의학회지 2000;25(1):11-21
 산업자원부 기술표준원. 표준체형 한국인 2004; 2004. (15~19쪽)
 선명훈, 박인선, 조근열. 농촌지역 주민의 근골격계의 통증에 대한 조사. 한국농촌의학회지 1991;16(1):40-47
 손정일, 이수진, 송재철, 박향배. 일부 VDT 사용 근로자들의 자각증상과 심리증상과의 관련성 연구. 예방의학회지

- 1995;28(2):433-449
- 안옥선, 김경란, 오승영, 최정화, 광창수. 농촌진흥청 시험연구보고서-농작업자의 온열환경 및 생리반응 연구. 농촌진흥청; 1999. (1100-1170쪽.)
- 오해옥, 감신, 한창현, 황병덕, 문효정 등. 농촌지역주민의 근골격계 증상 경험율. 류마티스건강학회지 2001;8(1):86-108
- 이수진, 류현철, 권순찬, 송재철, 김인아 등. 농업인의 근골격계질환 유병율과 농작업 관련 위험요인. 대한산업의학회 2006년도 추계학술대회 초록집:324-325
- 이운근, 임상혁. 의료보험 심사 업무의 작업자세(Work Postures) 특성과 누적외상성질환(CDTs) 발생에 관한 연구. 한국산업위생학회지 1998;8(1):36-49
- 이한기, 김경란, 강태선, 허용, 안옥선 등. 농업인의 직업성질환 관련 위험요인 영향평가 및 종합적 관리시스템 개발. 농촌진흥청; 2002. (26-29쪽, 138-139쪽.)
- 임연웅 엮음. 디자인 인간공학. 미진사; 2000. (234-236쪽.)
- 장은철, 김현주, 권영준, 박시복, 이수진 등. 일부 소규모 시계조립 사업장의 상지 누적외상성장애의 유병율. 대한산업의학회지 2000;12(4):457-472
- 최재욱, 염용태, 송동빈, 박종태, 장성훈 등. 반복 작업 근로자들에서의 경견완 장애에 관한 연구. 대한산업의학회지 1996;8(2):301-309
- 최정화. 하우스병 예방을 위한 비닐하우스 작업환경 개선에 관한 연구. 농촌진흥청; 1992. (27-28쪽)
- Auslander V. Testing New Ways to Prevent Injuries in Nursery Work. Cox Publishing 1997;56(2):37-41
- Centers for Disease Control and Prevention(CDC). Back pain among persons working on small or family farms--eight Colorado countries. 1993-1996. MMWR Morb Mortal Wkly Rep. 1999;48(15):301-304
- Duraj V, Miles JA, Meyers JM. Development of a Conveyor-Based Loading System for Reducing Ergonomics Risk in the Manual Harvest of Wine Grapes. ASAE/CSAE-SCGR Annual International Meeting 1999
- Hales TR, Sauter SL, Peterson MR, Fine LJ, Putz-Anderson V et al.. Musculoskeletal disorders among visual display terminal users in telecommunication company. Ergonomic 1994;37(10):1603-1621
- Hignett S, McAtamney L. Rapid Entire Body Assessment(REBA). Applied Ergonomics 2000;31:201-205
- Hildebrandt VH. Musculoskeletal Symptoms and Workload in 12 Branches of Dutch Agriculture, Ergonomics 1995;38(12):2576-2587
- Holmberg S, Thelin A, Stiernstrom E, Svardsudd K. The impact of physical work exposure on musculoskeletal symptoms among farmers and rural non-farmers. Annals of Agricultural and Environmental Medicine 2003;10(2):179-184
- Karhu O, Hansi P, Kuorinka I. Correcting working postures in industry: a practical method for analysis. Applied Ergonomics 1977;8:199-201
- Kato AE, Fathallah FA, Miles JA, Meyers JM, Facucett J et al.. Ergonomic evaluation of winegrape trellis systems pruning operation. J Agric Saf Health 2006;12(1):17-28
- McAtamney L, Corlett EN. RULA : A survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. Applied Ergonomics 1993;24(2):91-99
- Meyers JM, Miles JA, Faucett J, Janowitz I, Tejada D et al.. Ergonomics in Agriculture: Workplace Priority Setting in the Nursery Industry. American Industrial Hygiene Association Journal 1997;58(2):121-126
- Meyers JM, Miles JA, Faucett J, Janowitz I, Tejada DG et al.. High risk tasks for musculoskeletal disorders in agricultural field work. Proceedings of the IEA 2000/HFES 2000 Congress:616-619
- National Institute of Occupational Safety and Health(NIOSH). NIOSH health hazard evaluation report: 1993. NIOSH report No. PB 93-188-456
- National Institute of Occupational Safety and Health(NIOSH). Simple Solutions: 2001. NIOSH Publication No. 2001-111
- Palmer KT. Musculoskeletal problems in the tomato growing industry: 'tomato trainer's shoulder?'. Occupational Medicine 1996;46(6):428-431
- Park H, Sprince NL, Whitten PS, Burmeister LF, Zwerling C. Risk factors for back pain among male farmers: analysis of Iowa Farm Family Health and Hazard Surveillance Study. Am J Ind Med. 2001;40(6):646-654
- Rosecrance J, Rodgers G, Merlino L. Low back pain and musculoskeletal symptoms among Kansas farmers. American journal of industrial medicine 2006;49(7):547-556
- Stoffert G. Analyse und Einstufung von Körperhaltungen bei der Arbeit nach der OWAS Methode. Zeitschrift fur Arbeitswissenschaft 1985;39:31-38

<부록 1> 시설참외 재배 작업단계 및 작업내용



<부록 2> 시설참외재배 작업단계별 위험요인 및 작업부하량

작업	상세작업	사이클 타임 및 작업구성	위험요인 (반복/정적유지/중량물)	연간작업 시간(h)	연간작업량 (10,000㎡당)
접목	접목하기	접목 1개 16초 (분당 3개 접목) : 호박묘 집어 칼집내기 5초, 오이묘 집어 칼지배기 4초, 접목하기 4초, 짐깨끗기 2초, 내려놓기 1초	• 반복: 미세손작업 15회/분 • 자세: 목 굽히고 허리 지지 없는 좌식자세 정적유지	80 (16인×5시간×1일)	13,000개
	접목한묘 심기	접목묘 1개 심기 3초 (분당 20개 심기) : 왼손으로 묘집기, 오른손 손가락으로 포트판의 흙파기 1초, 왼손으로 묘놓고 손가락으로 누르기 1초	• 고반복: 미세손작업 40%회/분 • 자세: 목·허리 숙임 및 하지조그림 정적유지	20 (4인×5시간×1일)	
정식	모종 갖다놓기	모종 2개 놓기 11초 : 두손으로 수레 밀기 3초, 수레에서 한손에 모종2개 꺼내기 3초, 수레에서 한손에 모종2개 꺼내려놓기 3초, 다른 2개 모종 꺼내 내려놓기 3초, 수레 잡기 2초	• 반복: 허리숙임, 모정집기, 어깨들어뺨기 11회/분 • 자세: 중량물 외발수레 (20kg) 들어밀기 반복 4회/분	15 (1인×3시간×5일)	10,000주
	모종심기	모종 1개 심기 18초 (분당 3개 심기) : 비닐찢기 1초, 손으로 흙파기 4초, 모종꺼내서 구멍에 넣기 4초, 흙돌아심기 3초, 빈포트판 포개기 3초, 쪼그려 앉은 자세로 자리아동 3초	• 반복 : 손목/손가락작업 15회/분 • 자세 : 허리과굽힘, 팔들어 멀리뺨기, 쪼그려앉기 정적지속	80 (2인×8시간×1일)	
온도관리	보온덮개 열기	보온덮개 연속2번 밀기 6초 : 긴막대로 첫 번째 밀기 2초, 두 번째 밀기 2초, 걷기 2초(걸으면서 막대방향을 바꾸어 좌우 교대로 밀면서 나아감)	• 반복 : 어깨들기, 상완외전 20회/분 반복 • 힘/반복: 손·팔부담. 16 Kg으로 힘으로 막대밀기 20회/분 (1동당 40회 밀기)	420 (1인×3시간×140일)	3km거리×140일
	보온덮개 덮기	보온덮개 2회 당겨 씌우기 8초 : 왼쪽비닐당겨 씌우기 2초, 걷기 1초, 오른쪽 당겨씌우기 2초, 이동 3초 (13m 이동)	• 반복 : 허리숙여 비틀기 15회/분 • 힘/반복: 손·팔부담. 19 Kg으로 힘으로 덮개 잡아당기기 15회/분 (1동당 32회 당기기)	420 (1인×3시간×140일)	3km거리×140일
수정	수정	수정하기 14초 : 자동분무기로 수정하기 1초* 11번 반복, 이동 3초	• 고반복: 손가락으로 분무기 작동 47회/분 • 자세: 허리 과굽힘 및 한쪽다리 중심서기 지속	240 (1인×6시간×40일)	3천평*2회 작업
순치기	순치기	순치기 5초 : 3~4개의 순을 따기 3~4초, 고랑으로 버리기 1초	• 고반복: 손목 내외전 60회/분 • 자세: 허리 굽히고 쪼그려 앉은 자세 정적지속	360 (1인×6시간×60일)	3천평*2회 작업
수확	참외따기	한모듬 따기 38초 : 참외를 찾아 전정가위로 1개 따서 왼손에 놓기 5초*5번, 손에 쌓인 참외 5~6개를 바닥에 내려놓기 3초, 이동 10초	• 반복: 손목내외전, 손가락 전정가위질 8회/분 • 자세: 허리 비틀어 과굽힘, 한쪽다리 중심서기 지속 • 힘: 5-6개 참외 (1.5kg) 들기 빈번	1,080 (2인×6시간×90일)	약 10만개
	수확물 운반	실어오기 15초 : 수레 놓고 참외 가지러가기 4초, 참외 6개 옮기 4초, 수레에 참외 담기 6초, 수레 잡고 이동 5초	• 힘/반복: 최대 80kg 정도의 외발수레 들어밀기, 허리비틀어 굽혀 참외들기 반복	180 (1인×2시간×90일)	약 4,300
세척	세척	선별기에 투입 3초 : 참외를 넣은 물통에서 4개 집기 1초, 투입구에 참외를 하나씩 내려놓기 2초	• 반복: 참외들어놓기 20회/분 • 자세: 목 숙임, 서기 지속	180 (1인×2시간×90일)	약 10만개
선별포장	상자 담기	1박스담기 2분 16초 : 박스준비 4초, 참외 골라 상자에 담기 1분 47초(45개), 박스에 개수 적기 8초, 참외 위에 상표 붙이기 17초	• 반복: 손목내외전 40회/분, 참외 들어놓기 20회/분 • 자세: 목, 허리숙임 정적지속	360 (1인×4시간×90일)	약 10만개 (2300박스) *1박스당 45개/15kg
	상자 결속	1박스 포장 50초 : 참외박스 결속기에 올리기 7초, 참외위에 종이끼리 9초, 가로방향 누르기 4초, 끈을 상자위에 놓고 결속 5초, 세로위쪽 눌러주기 4초, 결속 5초, 세로 아래쪽 눌러주기 4초, 결속 5초, 운반 7초	• 반복: 손으로 박스 누르기 6회/분 • 자세: 목·허리 숙임 지속	45 (1인×0.5시간×90일)	*1일 평균 25박스