

소규모 작업장 작업자들의 인간공학적 평가 및 정량적 부하 평가* -한과작업장을 중심으로-

구혜란·김효철·신용석·이경숙**
농촌진흥청 국립농업과학원(경기도 수원시 서둔동)

국문요약

본 연구의 목적은 소규모 농산물 가공공장 중 하나인 한과작업장의 작업자들을 대상으로 인간공학적 평가를 실시하고, 이를 바탕으로 정량적 평가를 위해 실내 근전도 실험을 하여 어떤 작업에서 어떤 근육에 근골격계질환 가능성이 있는지 평가하는데 있다. 연구방법은 인간공학적 평가도구인 RULA 및 REBA를 이용하여 근골격계질환 위험 작업을 추출하고, 신체건강한 성인 남성 6명을 대상으로 근전도 실험을 하였다.

인간공학적 평가 결과 건조작업이 근골격계질환 위험도가 가장 높았으며, 건조 작업자세, 수세 작업자세, 고물 묻히는 작업자세 중 수세 작업자세가 근활성도가 가장 높았다. 특히, 건조작업에서 하지근육인 대퇴이두근과 비복근이 다른 근육들에 비해 상대적으로 근활성도가 높았다.

따라서 추후에 한과작업장 설계시 허리를 깊게 숙인 채 장시간 작업하는 자세가 없도록 해야 한다.

* 본 연구는 2010년 농촌진흥청에서 수행한 연구용역과제 '농산물 가공사업장 운영실태 및 인간공학적 유해요인 분석'(과제번호 : PJ007460)의 일부분을 포함함.

** 교신저자(이경숙) 전화: 031-290-1937; e-mail: leeks81@korea.kr
441-853) 경기도 수원시 권선구 서둔동 농촌진흥청 국립농업과학원

주요어: 소규모 공장, 인간공학, 근골격계질환, 제조 작업자

1. 서론

장시간의 단순반복작업 또는 인체에 과도한 부담을 주는 작업에 의해 발생하는 근골격계질환(Putz AV, 1994)은 일반사업장에서 증가하는 추세를 보여 [산업보건에 관한 규칙]에 “근골격계 부담작업에 의한 건강장해 예방(제 9장)”을 공포하였다. 근골격계 부담작업에 근로자가 종사할 경우 유해요인 조사를 3년마다 하여 근골격계질환 발생 우려가 있을 경우 작업환경 개선을 해야 한다(노동부, 2003).

2010년 산업재해 현황 분석에 따르면 직업관련성 근골격계 질환의 42.6%가 제조업에서 발생한 것으로 나타났으며, 이 중 근골격계질환을 호소하는 작업자가 50인 이하의 소규모 제조업체에서 54.7%로 나타났다(노동부, 2010). 그리고 소규모 농산물 가공 작업장의 작업환경은 반기계화 되거나 또는 기계화가 되지 않아 불편한 작업자세를 많이 취하게 되고, 작업인원이 적어 장시간 일하게 된다(구혜란, 신용석, 채혜선, & 이경숙, 2011). 그럼에도 불구하고 소규모 농산물 가공 작업장에서 근무하는 작업자들의 근골격계질환 유해요인에 대한 조사는 전무하다.

농촌진흥청의 농촌여성 일감 갖기 사업의 국내 소규모 가공공장은 총 394개소로 장류 109개소, 증류 52개소, 한과류 41개소의 순으로 장류, 증류, 한과류 업체가 주를 이루었다. 구혜란 등(2011)에 따르면, 이 업체들은 근골격계질환 유발가능성 및 작업 중 불편한 자세 등을 분석해 볼 필요가 있다고 하였다. 특히, 한과 작업장의 경우 작업공정이 세분화

되어 있어 좀 더 세밀한 조사가 필요하다.

작업환경 및 자세의 문제점 분석을 위한 평가도구로는 작업긴장도지수(Job Strain Index)(Moore, J.S., and Garg, A., 1995), NIOSH 들기작업지침(Revised NIOSH Lifting Equation)(Thomas R. Waters, Vern Putz-Anderson, Arun Garg & Lawrence J. Fine, 1993), 밀기/당기기 위험표(Snook Push/Pull Hazard Tables)(Snook, S.H. & Ciriello, V.M., 1991), RULA(Rapid Upper Limb Assessment)(McAtamney, L., Corlett, N., 1993), REBA(Rapid Entire Body Assessment)(Hignett S.& McAtamney L., 2000), 국소진동노출 기준(ACGIH Hand/Arm Vibration TLV)(ACGIH, 1991), GM-UAW 유해요인체크리스트(GM-UAW Risk Factor Checklist)(Keyserling, W.M., Brouwer, M. & Silverstein, B.A., 1992), 워싱턴주 유해요인체크리스트(Washington State Appendix B)(Washington Department of Labor and Industries, 2000), OWAS(Ovako Work Analysis System)(Karhu, O., Kansil, P., & Kuorinka, I., 1977)등이 있다(KOSHA Code H-30). 이 중 인체 부위별 근골격계 질환을 평가할 수 있는 도구는 JSI, NLE, RULA, OWAS, REBA가 있으며, 산업현장에서 일반적으로 사용하는 근골격계질환 유해요인 평가도구에는 OWAS, RULA, REBA 등이 있다. 하지만, OWAS의 경우 RULA나 REBA 보다 작업 위험도에 대해 과소평가되었다(기도형 & 박기현., 2005), 또한, RULA나 REBA 평가도구로 신체 부위의 부하를 정량적으로 측정할 수 없기 때문에 정량적 측정도구인 근전도 평가가 필요하다.

따라서 본연구의 목적은 소규모 가공공장 중 한과작업장의 작업자를 대상으로 근골격계질환 평가 도구인 RULA, REBA 평가를 통해 근골격계질환 유발 작업자세를 추출하고, 이 중 높은 조치수준을 갖는 자세를 선정하여 근전도로 특정부위의 근활성도를 정량적으로 평가하고자 한

다. 이를 통해 향후 소규모 작업장 설계 시 작업자에 대한 작업환경을 고려할 수 있는 기초 데이터를 마련하고자 한다.

2. 연구방법

소규모 농산물 가공공장 작업자들의 근골격계질환에 대한 평가를 하기 위해 작업인원 10인 이하의 한과작업장 6개 업체를 선정하여 작업자세를 비디오 촬영 하였다. 비디오 분석을 통해 8개 작업공정으로 분류한 후 작업자세 정지화면을 통해 RULA 및 REBA로 70개 작업자세를 평가 및 분석하였다. 평가 후 작업환경 개선이 필요한 작업자세 3개를 선정하여 실내에서 근전도 실험을 하였다.

2.1. RULA 및 REBA 평가

한과의 작업공정은 비디오 분석을 통해 12개 공정으로 분류하였다. 즉, 찹쌀 수세, 침지(불림), 분쇄 및 반죽, 증자(찜), 반죽, 성형, 절단, 건조, 튀김, 옛 묻히기, 고물 묻히기, 포장(비닐포장, 상자포장)으로 나누었다. 이 중 작업이 동시에 일어나는 경우는 한 과정으로 통합하여 찹쌀 수세 및 침지, 분쇄·반죽·증자·성형, 절단, 건조, 튀김, 옛 묻히기, 고물 묻히기, 포장의 8단계로 나누어 분석하였다.

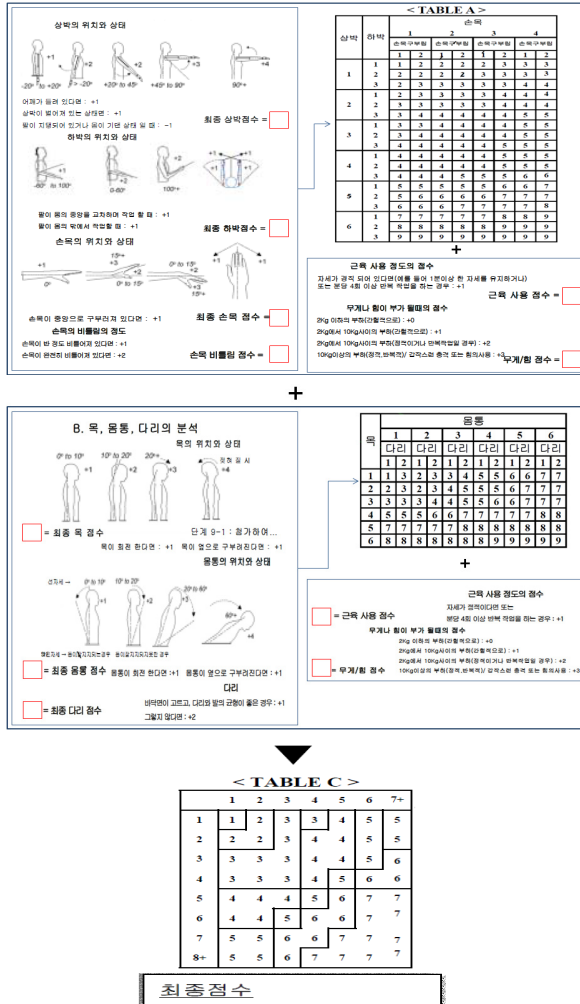
RULA는 상완, 전완, 손목의 각도를 점수화하여 평가표 A에 점수화 하고, 목, 상체, 다리를 평가표 B에 점수화 하여 점수가 높을수록 작업을 할 때 힘이 많이 들고, 근육부하가 크다는 것을 평가하는 지표이다. REBA는 목, 몸통, 다리의 각도를 점수화한 평가표 A에 작업자세 점수를 표기하고, 윗팔, 아래팔, 손목의 각도를 점수화한 평가표 B에 점수를

표기하여 행동점수를 추가하고 표 C에서 합산하여 근골격계질환 위험도를 평가하는 지표이다.

RULA 및 REBA평가는 작업자세 분석을 위해 촬영한 동영상상을 이용하여, 5초 간격으로 정지영상을 획득한 후 분석하였다. RULA 평가 방법은 정지영상의 작업자세에서 손목(상완, 전완, 손목, 손목비틀림) 각도를 측정하여 구부린 정도에 따라 점수를 부여한 후 RULA 채점표 A에서 점수를 계산한다. 그리고, 몸통(목, 몸통, 다리)의 각도를 측정하여 구부린 정도에 따라 점수를 부여하여 채점표 B에서 점수를 계산한다. A 점수와 B점수는 각각 근육사용 및 부하에 따라 추가점수를 합산하여 채점표 C에서 합산한다(그림 1). 이렇게 하여 최종점수(Final Score)가 산출되고, 점수에 따라 조치수준이 달라진다(표 1). 최종점수가 1~2점일 경우 조치수준 1로 작업이 오랫동안 지속적, 반복적으로 행해지지 않는다면 작업자세에 별 문제가 없음을 뜻하고, 최종점수가 3~4점일 경우 조치수준 2로 작업자세에 대한 추가적인 조사가 필요하고 작업자세의 변경이 요구됨을 의미한다. 최종점수 5~6점은 조치수준 3으로 조사 및 작업자세 변경이 빠른 시일 내로 필요함을 뜻하며, 최종점수 7점은 조치수준 4단계로 조사와 작업자세 변경이 즉시 필요함을 의미한다.

REBA 평가방법은 몸통, 목, 다리의 구부린 각도에 따라 표 A에서 점수를 산출하고, 윗팔, 아래팔, 손목 각도에 따라 표 B에서 점수를 산출한다. 그리고, 표 A의 점수와 하중 점수를 합산한 점수 A와 표 B의 점수와 손잡이 점수를 합산하여 점수 B를 표 C에 적용하여 점수를 산출한다. 이 점수에 행동점수를 합산하여 최종점수를 산출한다(그림 2). REBA 점수 1점은 조치수준 0으로 조치가 필요 없음을 의미하고, 최종점수 2~3점은 조치수준 1단계로 조치가 필요할지도 모르는 것을 의미한다. 그리고, 최종점수 4~7점은 조치수준 2단계로 조치가 필요함을 의미하고, 최종점수 8~10점은 조치수준 3단계로 조치가 곧 필요함을 의

미하며, 최종점수 11~15점은 조치수준 4단계로 조치가 지금즉시 필요함을 의미한다(표 2).



〈그림 1〉 RULA 평가표 및 평가 순서(한국산업안전공단)

몸통, 목, 다리 평가

Movement	Score	Change score
목으로 선 자세	1	
0°-20° 구부림 0°-20° 뒤로 젖힘	2	몸통이 변형되거나 옆으로 구부림 일시 -1
30°-60° 구부림 >20° 뒤로 젖힘	3	
>60° 이상 구부림	4	
목		
0°-20° 구부림	1	
>20° 구부림 또는 뒤로 젖힘	2	목이 변형되거나 옆으로 휘거나 일시 -1
다리 (position)		
두 발간 거리를 나타내거나 걷거나 옆으로 일립시	1	발끝이 30-60 사이로 구부림일시 -1 60도 이상 일립는 -2 (같은 자세 포함)
발끝이 안 떨어진 발에 지지되어 일립	2	

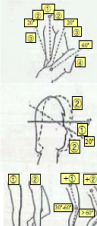


Table A

행동	점											
	1				2				3			
시간	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
3	3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7
4	4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8
5	5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9

무게/개

0	1	2	+1
< 2kg	5-2kg	> 10kg	같은 또는 2kg 이하의 물리 사용

Table A + 무게/개 = Score A =

윗관, 아래관, 손목 평가

Movement	Score	Change score
20° 뒤로 젖혀지거나 20° 정도 돌림	1	양팔이 벌어지거나 팔꿈치 -1
20° 이상 젖혀짐 30° 이상 돌림	2	어깨가 돌리거나 -1
45°-60° 사이의 돌림	3	팔이 무엇인가에 걸려 있거나 기댈 수 없음
90° 이상의 돌림	4	
아래관		
60°-100° 사이의 돌림	1	
0°-60°의 돌림	2	추가 내림 있음
100° 이상의 돌림	2	
손목		
0°-15° 사이의 각도이나 돌림	1	손목이 비뚤어지지 않음
15° 이상의 각도이나 돌림	2	-1

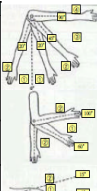


Table B

행동	인하부					
	1			2		
시간	1	2	3	1	2	3
1	1	2	3	1	2	3
2	1	2	3	2	3	4
3	3	4	5	4	5	6
4	4	5	5	5	6	7
5	6	7	8	7	8	8
6	7	8	8	8	9	9

손잡이

0 (Good)	1 (Fair)	2 (Poor)	3 (Dissemptha)
무엇을 할 때 가장 편안하고 손잡이가 가장 적은 경우	어느 정도 불편한 상태	바닥을 누르는 것 같은 경우	손잡이가 없거나 팔꿈치에 의지하여 일을 할 수 없음

Table B + 손잡이 = Score B =

Table C

Score A	Score B											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
6	6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10
7	7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11
8	8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11
9	9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12
10	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12
11	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

행동점수

- +1 : 한군데 이상 신체 부위가 고정되어 있는 경우, 예를 들어, 1분 이상 잠고 있다.
- 1 : 좁은 범위에서 반복적인 작업을 하는 경우, 예를 들어, 분당 4회 이상 반복하기 (관기는 포함되지 않음)
- +1 : 급하게 넓은 범위에서 반복되는 행동 또는 불안정한 하체의 자세

최종 점수(REBA Score) =

<그림 2> REBA 평가표 및 평가순서

〈표 1〉 RULA action levels

Action level	RULA score	조치내용
1	1~2	수용 가능한 작업
2	3~4	계속적인 추적관찰 필요
3	5~6	계속적 관찰과 빠른 작업개선 필요
4	7	정밀 조사와 즉각적인 개선이 요구됨

〈표 2〉 REBA action levels

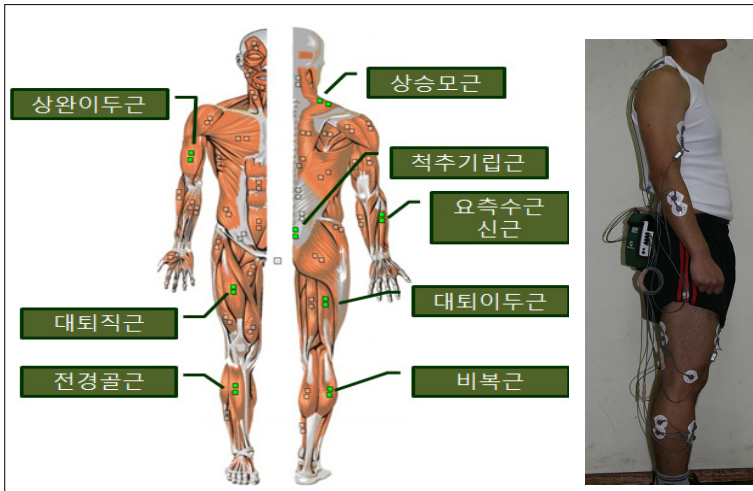
Action level	REBA score	Risk level	조치
0	1	무시	필요 없음
1	2~3	낮음	필요할지도 모름
2	4~7	보통	필요함
3	8~10	높음	곧 필요함
4	11~15	매우 높음	지금 즉시 필요함

2.2. 실내 실험: 근전도 평가

근골격계질환이 없는 건강한 성인남성 6명을 대상으로 쪼그려 앉은 자세, 허리를 숙였다 펴는 자세, 허리를 깊게 숙인 자세를 8Ch 근전도(Noraxon, Telemetry 2400GT)를 이용하여 근활성도를 평가하였다. 실험동작시간은 비디오 분석 결과 주기적으로 반복되는 시간으로 측정하여 쪼그려 앉은 자세는 20초동안 채를 흔드는 것을 한 주기로 6분 동안 5번 반복 측정하였다. 그리고 허리를 숙였다 펴는 자세는 5초를 한 주기로 폼다 숙이는 동작을 5번 반복하였고, 허리를 깊게 숙인 자세는 허리를 깊게 숙인채로 10초 동안 한 주기로 채를 터는 동작을 5번 반복 실험 하였다.

근전도 부착위치는 실험동작에서 주로 사용하는 근육인 상승모근, 상완이두근, 요측수근신근, 척추기립근, 대퇴직근, 대퇴이두근, 전경골근,

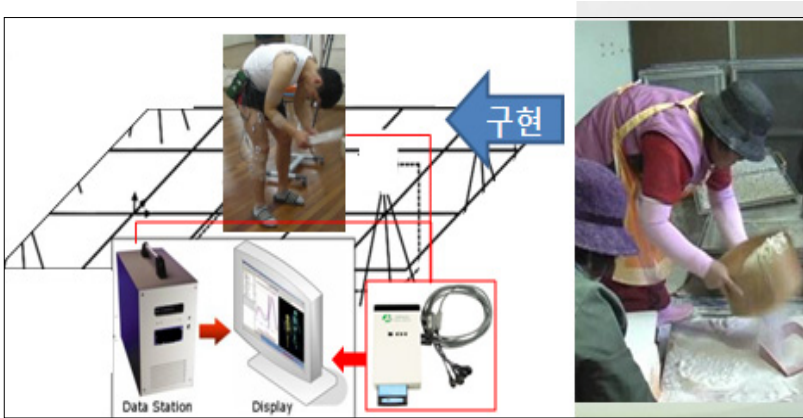
비복근에 부착하였다(그림 3). 실험 자세와 실험환경은 그림 4, 그림 5와 같다. 실험을 통해 획득한 데이터는 피험자간, 근육간의 차이를 없애기 위해 최대값(MVC: Maximum Voluntary Contraction)으로 정규화(Normalization)하였다. 그리고 근육간의 근활성도 차이를 보기위해 일원배치분산분석과 사후검정(Duncan test)을 실시하였다.



〈그림 3〉 근전도 부착위치



〈그림 4〉 실험자세



〈그림 5〉 실험구현 환경

3. 결 과

3.1. RULA 및 REBA 평가 결과

근골격계질환 위험 평가결과 여러 명을 분석하여 가장 고위험 점수로 평가하므로 결과표에는 가장 높은 점수를 표시하였다. 상지의 움직임이 많은 작업을 평가 할 때 사용하는 RULA 분석 결과 표 3에서 보는바와 같이 건조는 조치수준 4, 반죽, 절단, 튀김 이동은 조치수준 3, 수세, 앉아서 튀김, 고물 묻히기는 조치수준 2, 엮 묻히기는 조치수준 1로 나왔다. 전신 작업자세를 평가하는 REBA분석 결과 건조, 튀김 이동은 조치수준 4, 수세, 반죽, 절단, 앉아서 튀김, 고물 묻히기는 조치수준 3, 엮 묻히기는 조치수준 1로 나타났다.

〈표 3〉 RULA 및 REBA를 이용한 작업자세 평가결과

작업공정	작업자세 설명 및 위험 요인	작업사진	RULA	REBA
참쌀 수세 및 침지	<ul style="list-style-type: none"> 침지 후 물을 갈아주는 과정에서 배출되는 쌀을 받기 위해 바닥에 받쳐둔 바구니를 들어 올려 새어나온 쌀을 다시 침지 통에 넣는 과정 양 발이 불균형하고, 바구니를 쏘는 과정에서 어깨가 들림 		2	3
분쇄 및 반죽, 증자, 성형	<ul style="list-style-type: none"> 반죽을 다른 곳으로 이동 허리를 깊게 숙여 목을 뒤로 젖힌 자세 		3	3
절단	<ul style="list-style-type: none"> 칼을 이용하여 손으로 절단 후 반데기를 옆에 있는 반데기 건조대에 쏘는 자세 허리를 숙이고 비튼 자세 		3	3
건조	<ul style="list-style-type: none"> 건조판에 반데기를 정리하기 위해 밀가루를 입힌 후 털어내는 과정 양 발로 서서 허리를 깊게 숙이고 장시간 작업 		4	4
튀김	<ul style="list-style-type: none"> 튀긴 한과를 상자에 담아 다른 곳으로 이동하는 과정 60°이상 다리를 구부리고, 허리를 숙여 손목을 비튼 자세 		3	4
	<ul style="list-style-type: none"> 반데기를 약한 불에서 1차로 튀기는 과정 쪼그려 앉은 자세로 손목이 꺾이고, 한쪽 어깨가 들려 있는 자세 		2	3
엿 묻히기	<ul style="list-style-type: none"> 튀긴 후 엿을 솔로 바르는 과정 정자세로 서서 허리 허리가 10°이상 구부린 자세 		1	1
고물 묻히기	<ul style="list-style-type: none"> 엿이 묻은 한과에 고물을 묻히는 과정 쪼그려 앉아 허리와 목을 숙이고 반복적으로 손을 사용하는 자세 		2	3

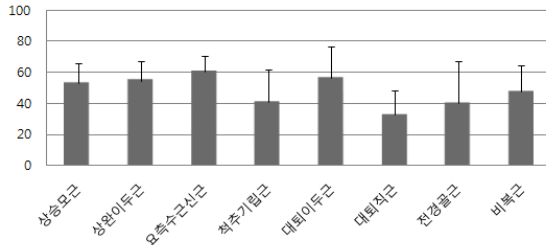
RULA 및 REBA 결과에서 양발로 서서 허리를 깊게 숙인채로 장시간 채반을 흔드는 자세인 건조작업이 가장 높은 조치수준으로 나타났다. 튀김 이동작업의 경우 상체를 중심으로 평가하는 RULA분석에서는 조치수준 3단계였지만, 전신을 평가하는 도구인 REBA분석에서는 조치수준 4로 작업환경 개선이 지극히 필요한 것으로 나타났다. 점수가 높게 나타난 요인은 허리를 깊게 숙이고, 손목이 꺾이고 비틀어졌으며, 다리를 구부린 상태에서 작업을 하였기 때문이다. 반죽과 절단작업의 경우 두 평가도구 모두 조치수준 3으로 지속적으로 관찰이 필요하며 빠른 시일 내에 작업 및 환경개선이 필요함을 나타냈다. 다리를 많이 사용하거나 많이 구부린 상태로 작업하는 수세 작업이나 앉아서 튀기는 작업 그리고 고물 문히는 작업은 REBA 분석결과 조치수준 3으로 근골격계질환 유발 위험도가 높으며 작업환경개선이 곧 필요한 것으로 나타난 반면, 하지 평가가 세분화 되어 있지 않은 RULA 분석결과 조치수준 2로 지속적인 관찰이 필요함을 나타냈다. 엎 문히는 자세는 각각 조치수준 1로 근골격계질환 위험단계가 낮았다.

본 연구의 결과를 토대로 실내실험 작업자세를 선정하였다. 두 개의 평가도구 분석결과에서 모두 높게 나타난 건조 작업자세 즉 허리를 깊게 숙인채로 장시간 작업하는 자세를 실내 실험 자세로 선정하였다. 그리고 REBA에서는 조치수준이 높게 나타났지만 RULA에서는 한 단계 낮게 나타난 수세와 고물 문히는 자세를 선정하였다.

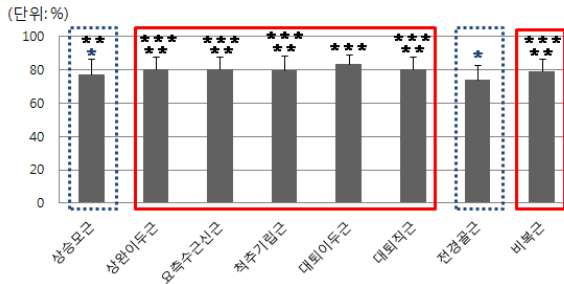
3.2. 실내 근전도 실험 결과

쪼그려 앉은 자세인 고물 문히는 자세는 근육간의 유의한 차가 없었다(그림 6). 수세 작업에서 근육간의 유의한 차가 있었고($p < 0.05$), Duncan 사후분석 결과 상승모근, 전경골근이 같은 그룹(*)으로 상완이두근, 요측

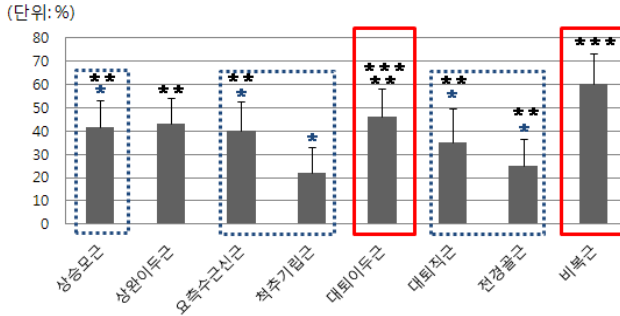
수근신근, 척추기립근, 대퇴직근, 비복근이 또 다른 한 그룹(***)으로 분류되었으며($\alpha=0.05$)(그림 7), 후자의 그룹에서 근활성도가 상대적으로 더 높게 나타났다. 건조 작업은 근육간의 유의한 차가 있었고($p<0.05$), 사후분석 결과 상승모근, 요측수근신근, 척추기립근, 대퇴직근, 전경골근이 한 그룹(*)으로, 대퇴이두근, 비복근이 다른 한 그룹(***)으로 나뉘었다($\alpha=0.05$)(그림 8). 후자의 그룹에서 근활성도가 더 높게 나타났다. 작업자세별 차이는 정적인자세인 고물 묻히는 자세와 건조 작업 자세의 근육이 같은 그룹으로 나타났으며, 동적인 자세인 수세 작업이 다른 한 그룹으로 나뉘었다. 즉, 허리를 숙였다 펴는 동작인 동적 작업이 정적작업자세보다 근활성도가 높게 나타났다.



〈그림 6〉 고물 묻히는 자세에서의 Peak MVC(%)



〈그림 7〉 수세작업자세의 Peak MVC(%)



〈그림 8〉 건조 작업 자세에서의 Peak MVC(%)

4. 결론

농산물 소규모 가공공장 중 가장 많은 비율을 차지하고 있는 사업장인 장류, 한과류, 증류가공 사업장 중 작업자세가 세분화 된 한과 사업장을 중심으로 인간공학 평가도구인 RULA와 REBA를 이용하여 근골격계질환 위험도가 높은 작업자세를 평가를 하였다. 이 결과를 통해 위험 작업 자세 3가지를 추출하여 실내 근전도 실험을 하여 근활성도를 측정하여 정량적 평가를 실시하였다.

그 결과 양발로 서서 허리를 깊게 숙인채로 장시간 작업하는 자세인 건조 작업이 근골격계질환 위험도가 가장 높게 나와 작업환경 개선이 시급한 것으로 나타났다. 그리고 허리를 깊게 숙여 목을 뒤로 젖히는 자세인 반죽 이동 작업과 허리를 깊게 숙인채 허리를 비트는 자세인 절단 작업은 조치수준 3으로 근골격계질환 가능성이 높아 작업환경 개선이 빠른 시일 내에 필요한 것으로 나타났다. 그리고 수세, 앉아서 튀김, 고물 문히는 작업 자세의 경우 다리의 각도가 급해있거나 계속 서서 작업하기

때문에 전신을 평가하는 REBA에서는 조치수준 3으로 나타난 반면, 주로 상지를 평가하는 RULA 결과에서는 조치수준 2로 나타났다. 그렇기 때문에 건조 작업자세와 수세 및 고물 문히기 작업자세를 선정하여 실내 실험을 평가하였다.

근전도 평가 결과 수세 작업이 다른 작업에 비해 상대적으로 근활성도가 높게 나타났다. 수세 작업의 경우 근육의 수축과 이완이 지속되는 동작이므로 다른 동작에 비해 근활성도가 높게 나타난 것이다. 그리고 상완이두근, 요측수근신근, 척추기립근, 대퇴직근, 비복근이 근활성도가 높게 나타났는데, 이는 바구니를 들고 허리를 숙였다 폈다하는 과정에서 전신의 근육이 사용되는 것을 의미한다. 건조 작업시 근활성도 결과 하지근육인 대퇴이두근, 비복근이 상지근에 비해 높았는데, 이는 무릎을 구부릴 때 사용되는 근육이기 때문이다. 앉아서 작업을 하지만 다리의 무릎높이보다 낮은 의자에 앉아 작업하므로 상체를 지탱하려는 힘이 반영된 것으로 사료된다.

따라서, 추후 환과작업장을 설계 할 때, 허리를 반복적으로 숙였다 폈다하는 작업자세와 허리를 깊게 숙인채로 오랜 시간 작업하는 자세가 나오지 않도록 설계되어야하며, 이미 설계된 작업장에서는 하지근육의 근활성도를 낮추기 위해 작업자에 따라 높이를 조절할 수 있는 의자를 지원해 주는 것이 좋다.

■ 참고 문헌 ■

- 노동부. (2003). “산업보건기준에 관한 규칙”, 제 142조-152조.
- 노동부. (2010). “2010년도 산업재해분석”.
- 구혜란, 신용석, 채혜신, & 이경숙. (2011). 소규모 농산물 가공사업장 작업자의 직무스트레스 평가 및 근골격계부담작업 유해요인 조사. *농촌지도학회*, 18(4), 861-877.
- 기도형, & 박기현. (2005). 작업 자세 평가 기법 OWAS, RULA, REBA 비교. *Journal of the KOSOS*, 20(2), 127-132.
- KOSHA CODE: H-30-2003, 별표 3. 작업분석 평가도구.
- American Conference of Governmental Industrial Hygienists(ACGIH). (1991). Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents and Biological Exposure Indices Hand-arm(segmental) vibration. *ACGIH*, Ohio, 82-6.
- Hignett S. & McAtamney L.. (2000). Rapid Entire Body Assessment. *Applied Ergonomics*. 31(2). 201-205.
- Karhu, O., Kansil, P., Kuorinka, I. (1977). Correcting Working Postures in Industry: A Practical Method for Analysis. *Applied Ergonomics*. 8(4). 199-2001.
- Keyserling W.M., Brouwer, M. & Silverstein, B.A. (1992). A Checklist for Evaluating Ergonomic Risk Factors Resulting from Awkward Postures of the legs, Trunk and Neck. *International Journal of Industrial Ergonomics*. 9(4). 283-301.
- McAtamney, L. & Corlett, N., (1992). Reducing the risks of Work Related Upper Limb Disorders. A Guide and Methods. *The Institute of Occupational Ergonomics*, Nottingham.
- Moore, J.S., & Garg, A. (1995) The Strain Index: A Proposed Method to Analyze Jobs For Risk of Distal Upper Extremity Disorders. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 56(5): 443-458.
- Putz AV. (1994) Recognizing Cumulative Trauma Disorders: a Manual for musculoskeletal Disease of the Upper Limb. *Taylor & Francis Inc.*, Bristol., 1-31
- Snook, S.H. & Ciriello, V.M., (1991). The design of manual handling tasks: revised

tavles of maximum acceptable weights and forces. *Ergonomics*. 34(9). 1197-1213.

Thomas R.W., Vern P.A., Arun G. & Lawrence J.F. (1993). Revised NIOSH equation for the design and evaluation of manual lifting tasks. *Ergonomics*, 36(7), 749-776.

Washington Department of Labor and Industries, Appendix B(2000): Criteria for Analyzing and Reducing WMSD Hazards for Employers Sho Choose the specific performance Approach.

Received 15 November 2012; Revised 23 November 2012; Accepted 10 December 2012

Assessment of Working Posture Using RULA and REBA in Small Plants with Agricultural Products

Hye Ran Koo^a · Hyo Cher Kim^a · Yong Seok Shin^a · Kyung Suk Lee^a

^aNational Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration, Suwon, Kyeonggi 441-853, Republic of Korea

Abstract

Based on the ergonomic evaluation of workers in the domestic traditional Korean sweet manufacturer, one of the small scale agricultural product manufacturers, the purpose of this study is on estimating the specific works and muscles that have possibility of musculoskeletal disorder through an EMG experiment for quantitative evaluation.

The method followed in an order: works that have musculoskeletal disorder risk were extracted through ergonomic assessment tools, RULA and REBA, and then EMG experiment on the postures was carried out with six healthy adult male patients.

As an ergonomic evaluation result, work posture during the drying process had the greatest musculoskeletal disorder risk, and EMG activity in the cleansing work posture scored the highest among the drying, cleansing, and coating work postures. In particular in the drying work, relatively high EMG activities were shown in the two muscles in the lower body: biceps femoris muscle, and gastrocnemius, than any other muscles.

Therefore, during the traditional Korean sweet workplace design in future, the workplace requires a posture that deeply bow wrist for a long time should be avoided.

key words : Small Plant, Ergonomics, Musculoskeletal disorders, Product Worker



Hye Ran Koo is a researcher of Department of Agricultural Engineering in the National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration, South Korea. Her research interests on Agricultural Ergonomics.

Address: Department of Agricultural Engineering, National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration, Suwon, Kyeonggi 441-857, South Korea
e-mail) jasminekoo@korea.kr, phone) 82-31-290-1842



Hyo Cher Kim is a researcher of Department of Agricultural Engineering in the National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration, South Korea. His research interests on Agricultural Health and Safety.

Address: Department of Agricultural Engineering, National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration, Suwon, Kyeonggi 441-857, South Korea
e-mail) alf0416@korea.kr, phone) 82-31-290-1938



Yong Seok Shin is a researcher of Department of Agricultural Engineering in the National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration, South Korea. His research interests on Safety and Ergonomics.

Address: Department of Agricultural Engineering, National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration, Suwon, Kyeonggi 441-857, South Korea
e-mail) ysshin838@gmail.com, phone) 82-31-290-1885



Kyung Suk Lee is a researcher of Department of Agricultural Engineering in the National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration, South Korea. Her research interests on Farmers Health and Safety.

Address: Department of Agricultural Engineering, National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration, Suwon, Kyeonggi 441-857, South Korea
e-mail) leeks81@korea.kr, phone) 82-31-290-1937