

계산직 작업의 근골격계질환 유해요인 평가

황재진 · 정명철 · 김현주* · 정최경희** · 박진욱*** · 이인석†****

아주대학교 산업정보시스템공학부 · *단국대학교 의과대학 산업의학교실

**이화여자대학교 의학전문대학원 예방의학교실

서울대학교 보건대학원 직업환경건강교실 · *한경대학교 안전공학과

(2011. 03. 22. 접수 / 2011. 06. 10. 채택)

Evaluation of Risk Factors of Musculoskeletal Disorders in Cashier Work Activities

Jaemin Hwang · Myung-Chul Jung · Hyunjoo Kim*

Kyunghee Jung-Choi** · JinWook Bahk*** · Inseok Lee†****

Department of Industrial and Information Systems Engineering, Ajou University

*Department of Occupational and Environmental Medicine, Dankook University College of Medicine

**Department of Preventive Medicine, Ewha Womans University School of Medicine

***School of Public Health, Seoul National University

****Department of Safety Engineering, Hankyong National University

(Received March 22, 2011 / Accepted June 10, 2011)

Abstract : The objective of this study was to identify risk factors associated with the occurrence of musculo-skeletal symptoms of cashiers and provide suggestions for an improved workspace design. Workload and exertion of each task were measured using job analysis and posture analysis. The three most time-consuming tasks were waiting (43.8%), scanning (23.5%) and payment transaction (22.9%). It was analyzed that the workspace can be improved by applying Korean anthropometric data to the design of the desk height. The most common posture was a standing posture with neutral back, and bent lower arms and hands. Finally, it was revealed that 'scanning' and 'payment transaction' seemed more stressful than other operations. The result of the ergonomic evaluation would be a useful basis for designing an improved workspace.

Key Words : musculoskeletal symptoms, cashiers, job analysis, posture analysis

1. 서론

고용노동부 통계에 따르면 1996년 506명이었던 근골격계질환자 수는 2010년 5,502명을 보였고, 전체 업무상 질병 대비 근골격계질환 점유의 비율 역시 1996년 26.3%에서 2010년 70.5%로 급격히 증가하였다. 특히 2006년부터 2008년까지의 업종별 업무상 질병 요양자 중 근골격계질환자 분포를 살펴보면 서비스 업종은 제조업과 마찬가지로 80% 이상의 비율을 차지하고 있다¹⁾.

우리나라에서 서비스업종 관련 근로자들의 작

업환경과 근골격계 질환에 관한 자료는 아직까지 많지 않은 편이다. 2007년에 이루어진 유통업 근로자 실태 조사에서는 국내 화장품 판매원들에 대한 주요 질병조사가 수행된 바 있다²⁾.

반면 미국의 경우 유통 서비스업에 근무하는 계산직 작업자의 근골격계질환 문제는 이미 1980년대부터 사회문제가 되어 많은 연구와 인간공학적 대책이 수립되어 수행되고 있다. 더불어 최근 미국 노동청에서는 슈퍼마켓 작업자들을 위한 인간공학적 작업관리지침을 제정한 바 있다³⁾.

계산직 작업자는 복합적이고 반복적인 손과 팔의 움직임, 정적인 자세, 빠른 작업속도, 지루함과 직업 불만족의 이유로 높은 근골격계 증상을 호소하는

* To whom correspondence should be addressed.
lis@hknu.ac.kr

것으로 밝혀진 바 있다⁴⁾. 특히 레이저 스캐너의 도입 이후로 작업의 강도가 높아지면서 이와 같은 증상 호소율은 급격하게 높아졌다⁵⁾.

국내에서의 계산직 작업자 관련 연구를 살펴보면, Lee 등⁶⁾은 레이저 스캐너 계산대 작업에서의 누적 외상성질환에 대한 연구를 수행하였으며, 누적외상성질환의 통증 호소율은 45.8%를 나타냈고, 항목별 통증 호소율은 팔, 손, 어깨 순서로 높게 나타났다. Park과 Lee⁷⁾는 할인매장 계산직 작업자의 근골격계 증상율이 23.0%, 부위별로는 어깨(14.8%), 허리(9.8%), 무릎(8.2%), 목(6.6%), 다리/발(6.6%), 손목/손가락(4.9%), 팔/팔꿈치(1.6%)임을 밝혔다. Yang과 Lim⁸⁾은 백화점 계산직 종사자에 대해 비식품과 식품 파트로 나누어 분석을 수행하였으며, 비식품 계산직 작업자의 경우 유해요인은 장시간 입식작업으로 인한 허리와 다리의 부담, 부적절한 단말기 위치 및 높이에 의한 어깨, 팔, 손목 등의 부담, 반복적인 자판 사용과 카드 체크킹으로 인한 손목의 부담임을 밝혔다.

국외에서 계산직 작업자 근골격계질환 관련 연구를 살펴보면, Ryan⁹⁾은 계산직 작업자는 37.2%가 근골격계 증상을 호소하며, 특히 허리, 다리, 발목, 발 부위에 대해 증상을 호소함을 밝힌 바 있다. 한편 레이저 스캐너 도입 이후로는 스캔 작업의 위험요인 파악 및 계산대의 최적 설계 제안에 대한 연구들이 주로 수행되어 왔다^{4,10-12)}. 이들은 스캐너를 계산직 작업자 정면에 위치시켜 허리의 회전과 굴곡, 제품 들기 자세를 최소화시키고, 봉투 거치대의 위치를 작업반경 내에 두어 과도한 팔 뻗기를 최소화시키며, 수평형 스캐너보다는 제품 다루기를 감소시킬 수 있는 수직형 스캐너를 제안하였다.

한국고용정보원의 2010년 산업·직업별 고용구조조사를 살펴보면, 계산원 및 매표원 종사자수는 388,500명으로 2006년의 335,741명 대비 15.7%의 증가를 보였다¹³⁾. 이처럼 계산직 작업자수의 증가 추세와 높은 근골격계 증상 호소율은 계산직 작업자의 근골격계질환 관련 위험요인에 대한 심층적인 연구의 필요성을 증대시킨다. 하지만 아직 국내 실정에 맞는 구체적인 연구가 저조한 상황이다. 국외논문에서 제시하는 작업시간 및 계산대 최적설계의 제안은 국외의 작업환경, 작업자의 인체특성을 기초로 제시하는 것이어서 국내에 적용하기에 현실적으로 무리가 있다. 더욱이, 비정형적인 작업임에도 불구하고 30분 정도의 비디오 촬영을 기반으로 전체 작업의 시간 및 자세를 추정하므로 높은

오차가 발생할 수 있다⁹⁾.

본 연구의 목적은 계산직 작업자에 대하여 장시간 비디오 촬영을 기반으로 작업분석과 자세분석을 실시하여 국내 계산직 작업자의 유해요인 파악과 그 원인을 고찰해 봄으로써 국내실정에 적합한 계산직 작업자의 작업 및 환경 지침의 설계에 기초자료를 제공함에 있다.

2. 연구 방법

2.1. 연구 대상

충청도 소재의 대형할인 매장에서 총 5명의 작업자를 대상으로 작업관련 요인 조사 및 분석을 실시하였다. 연구 대상자는 모두 여성으로 연령 범위는 41~51세이고 평균 연령은 39.2(±11.5)세, 키 범위는 150~170 cm이고 평균 키는 158.6(±7.7) cm, 몸무게 범위는 45~53 kg이고 평균 몸무게는 50.2(±3.1) kg을 나타냈으며 모든 작업자들은 오른손잡이였다.

각 작업자는 반장의 통솔에 의해 매일 무작위로 여러 계산대 중 한 곳에 배치되며, 하루 근무 중에도 각 층별로 순환하여 다른 계산대로 배치된다. 작업자들의 하루 근무시간은 계약 조건에 따라 5.5~8시간으로 다양하였다. 본 연구에서는 현장에서 가장 높은 비율을 차지했던 7시간 근무 그룹을 대상으로 하였다. 조사 대상 작업자들의 작업주기는 일반적으로 3시간 근무, 1시간 식사, 2시간 근무, 30분 휴식, 1시간 30분 근무의 순이었다.

2.2. 연구 방법

2.2.1. 작업 분석

작업 현장의 조사는 월요일 10:00부터 22:00까지 이루어졌다. 작업자로부터 사전 촬영 동의를 얻고, 카메라를 의식하지 말고 작업에 임할 것을 교육했다. 각 작업자는 측면에 위치한 카메라에 의해 촬영되었다. 구도는 작업자의 전신이 나올 수 있고, 시야를 가릴 수 있는 방해물을 최소화 하였다. 작업 중 관찰자는 작업자의 개인적인 작업습관 및 고객 응대 활동에 대해 일체 간섭하지 않았다. 현장의 비디오 촬영시간은 환경의 제약 및 외부 요인들에 의해 작업자들 간에 차이가 있었으며, 촬영시간은 평균 269.4(±98.1)분이였다. 각 작업자의 작업공간 및 계산대, 건 스캐너, 자판, 입좌식 의자의 치수를 조사 하였다.

이를 기반으로 단위작업의 정의 및 평균단위작업시간의 산출, 작업도구의 인간공학적 분석을 실시하였다. 단위작업의 정의는 작업자와의 면담 및 촬영한 동영상 자료를 기반으로 관찰자들 간의 협의를 통해 이루어졌다. 단위작업 별 평균작업시간은 동영상 촬영시간을 기준으로 5명 작업자의 평균시간을 산출하였고, 이를 기반으로 하루 8시간 기준 환산작업시간을 산출하였다.

2.2.2. 자세 분석

자세분석은 상체와 하지의 자세분류체계를 통하여 분석되었다. 상체 자세분류체계는 머리, 위팔, 아래팔, 손, 허리 부위에 대하여 중립(Neutral), 굴곡(Bending), 회전(Twisting), 판단불가(Invisible)의 항목으로 구성되어 있다. 위팔과 허리의 경우 굴곡은 두 개의 항목으로 세분화 하였다. 위팔의 경우 굴곡은 Keyserling^{14,15)}의 연구를 기초로 90°를 높은

굴곡의 기준으로 정의하였고, 허리의 경우 Foreman과 Troup¹⁶⁾, Genaidy 등¹⁷⁾의 연구를 기초로 45°를 높은 굴곡의 기준으로 정의하였다. 상체의 자세에 대한 기준선은 Fig. 1과 같이 나타낼 수 있으며 인접 관절 간의 중심을 연결한 선을 통해 자세를 평가하였다. 하지 자세분류체계는 Lee 등¹⁸⁾, Baty와 Stubbs¹⁹⁾, Grandjean과 Hunting²⁰⁾, Keyserling²¹⁾, Ryan⁹⁾의 연구를 기초로 정의하였으며 분류 및 정의는 Table 1과 같다.

자세분석은 한 명의 숙련된 분석자가 자세분석을 실시하였다. 촬영한 동영상 파일을 기반으로 자세분석은 Andrews와 Callaghan²²⁾의 연구를 기초로 1초당 1프레임 간격으로 실시하였으며 5명의 작업자에 대하여 총 1,016개의 프레임을 분석하였다.

3. 결과

3.1. 작업 분석

계산직 작업자들의 일반적인 작업 흐름을 살펴보면, 먼저 계산대로 오는 고객을 향해 인사를 하고, 고객이 카트에서 꺼내 컨베이어 벨트 위에 올려놓은 제품을 집어서 수평식 스캐너 위로 가져간다. 스캔 성공 신호음이 들릴 때까지 제품의 바코드를 스캐너에 대고, 실패할 경우 직접 자판에 바코드 번호를 입력한다. 스캔을 하는 도중 고객에게 봉투의 필요 여부를 묻고, 필요 시 스캔을 하지 않는 왼손으로 비닐봉투를 집어 꺼낸다. 스캔이 끝난 후 고객의 카드 혹은 현금을 받아 결제를 실시하고, 영수증이 출력되는 동안 대기한다. 영수증이 출력되면 고객에게 전달하고 인사한다. 손님이 없을 시 계산대 주변을 정리하거나 의자에 앉아 휴식을 취한다.

위의 작업들에 대하여 크게 1) 대기(Waiting), 2) 스캔(Scanning), 3) 계산(Payment transaction), 4) 정리(Arranging), 5) 봉투준비(Preparing bag)로 구분하였다. 현장 촬영 시간을 바탕으로 8시간 기준 환산 작업시간 및 빈도를 도출하였다(Table 2). 가장 많은

Table 1. Definition of lower-extremity postures

Classification	Definition
Standing	Feet are only supported by the ground
Standing with bent knee	Feet are supported by the ground with bent knee
Walking	Walking more than two steps
Leaning	Part of the body mass is supported by the external object
Sitting	Body mass is mainly supported by Ischial tuberosity
Etc.	Kneeling or squatting

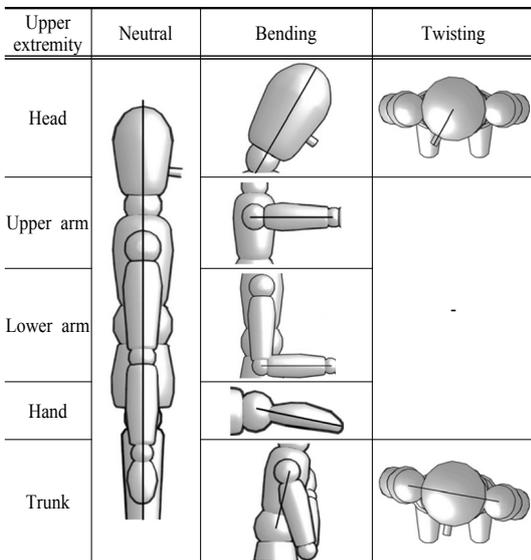


Fig. 1. Reference lines of upper-extremity and trunk postures.

Table 2. Estimated work time and frequency of subtasks for 8 hours (mean (SD))

Subtask	Time(min)	Frequency
Waiting	210(49.7)	85(18.5)
Scanning	113(21.2)	185(36.9)
Payment transaction	110(19.1)	163(31.1)
Arranging	39(18.8)	42(12.5)
Preparing bag	8(1.7)	53(11.4)
Total	480	528

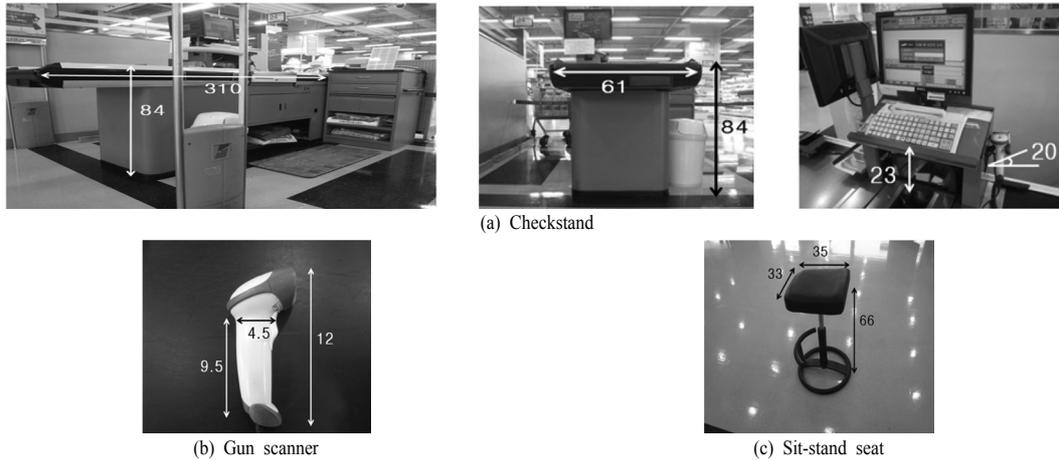


Fig. 2. The dimension of the checkstand, gun scanner and sit-stand seat.

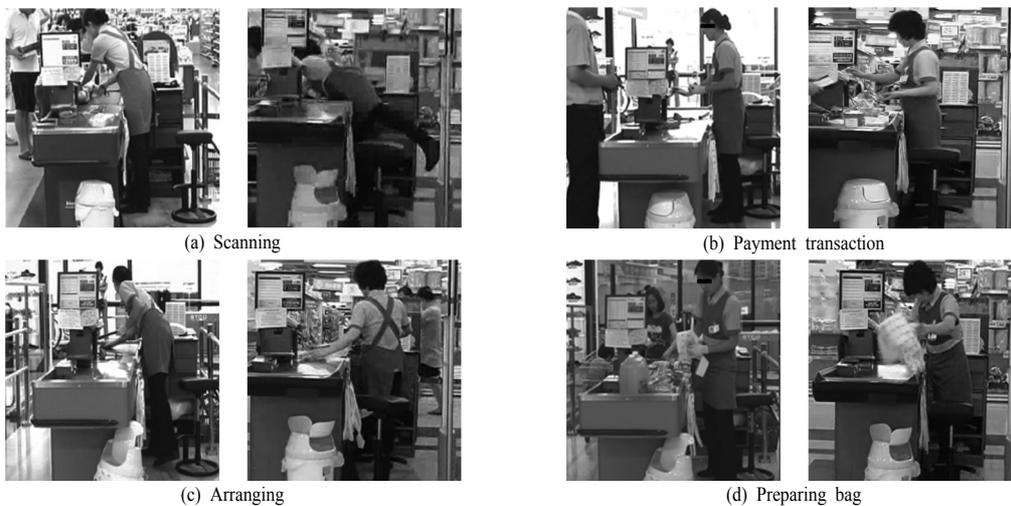


Fig. 3. The examples of common postures for each subtask.

시간을 차지하는 작업은 대기(43.8%), 스캔(23.5%), 계산(22.9%), 정리(8.1%), 봉투준비(1.7%)순이었다. 가장 많은 빈도를 차지하는 작업은 스캔(35.0%), 계산(30.9%), 대기(16.1%), 봉투준비(10.0%), 정리(8.0%) 순이었다.

작업도구를 살펴보면, 계산대 치수의 경우 높이 84 cm, 너비 61 cm, 길이 310 cm였다. 각 계산대 사이의 간격은 143 cm였으며 계산대 위에 놓인 자판의 높이는 23 cm, 자판의 기울기는 20°였다(Fig. 2).

건 스캐너는 제품이 3 kg 이상으로 바코드 인식을 위한 들기 작업이 어려울 때 사용한다²⁷⁾. 건 스캐너의 치수는 너비 4.5 cm, 총 길이 12 cm, 손잡이 길이 9.5 cm, 무게는 1.5 kg이었으며 입좌식 의자는 높이 66 cm, 너비 35 cm, 깊이 33 cm였다(Fig. 2).

3.2. 자세 분석

자세분석을 실시한 계산직 작업자 5명의 단위작업별 평균 표본 시간을 살펴보면, 스캔은 48.0(±17.5)초, 계산은 28.2(±5.2)초, 정리는 20.0(±5.4)초, 봉투준비는 7.2(±2.7)초를 나타냈다.

Table 3은 5명의 계산직 작업자의 데이터를 종합하여 하루 8시간 근무 중 중립, 굴곡, 회전 자세가 차지하는 시간의 비율을 부위별로 나타내고 있다. 계산직 작업자의 대표자세는 허리를 펴고 서 있는 상태에서 머리, 양쪽 아래팔, 양쪽 손을 굴곡 시킨 자세였다. 본 연구에서 대표자세는 체절 별로 가장 높은 누적시간을 보인 자세를 의미한다.

단위작업 별 대표자세가 차지하는 시간 및 비율은 Table 4와 같다. 스캔의 경우 대표자세는 서 있

Table 3. Distribution of working postures of each body part among cashiers (%) (N=5)

Body parts	Neutral		Bending		Twisting	Bending& Twisting	Invisible	Total
Head	30.8	49.1		15.5	4.6	0.0	100.0	
Left upper arm	82.4	17.6*	0.0**	-	-	0.0	100.0	
Right upper arm	75.2	24.8	0.0	-	-	0.0	100.0	
Left lower arm	3.1	96.9		-	-	0.0	100.0	
Right lower arm	3.3	96.7		-	-	0.0	100.0	
Left hand	40.6	59.4		-	-	0.0	100.0	
Right hand	30.4	69.6		-	-	0.0	100.0	
Trunk	60.9	28.4	3.1	5.2	2.3	0.0	100.0	
Lower extremity	Standing	Standing with bent knee	Walking	Sitting	Etc.	Invisible	Total	
	55.5	0.7	0.8	43.0	0.0	0.0	100.0	

*mild bending, ** severe bending.

Table 4. The most common postures for each subtask(time in seconds (%))

Body parts	Scanning	Payment transaction	Arranging	Preparing bag
Head	Bending	Neutral	Bending	Bending
	24.8(51.7)	11.8(41.8)	13.2(66.0)	3.0(41.7)
Left upper arm	Neutral	Neutral	Neutral	Neutral
	36.2(75.4)	25.4(90.1)	18.4(92.0)	5.2(72.2)
Right upper arm	Neutral	Neutral	Neutral	Neutral
	39.0(81.3)	20.6(73.0)	13.2(66.0)	5.0(69.4)
Left lower arm	Bending	Bending	Bending	Bending
	47.6(99.2)	26.4(93.6)	19.8(99.0)	6.4(88.9)
Right lower arm	Bending	Bending	Bending	Bending
	47.0(97.9)	26.4(93.6)	19.8(99.0)	6.8(94.4)
Left hand	Bending	Neutral	Bending	Bending
	32.6(67.9)	14.6(51.8)	10.6(53.0)	4.6(63.9)
Right hand	Bending	Bending	Bending	Bending
	35.8(74.6)	17.0(60.3)	14.2(71.0)	5.0(69.4)
Trunk	Neutral	Neutral	Neutral	Neutral
	27.6(57.5)	22.6(80.1)	9.6(48.0)	3.2(44.4)
Lower extremity	Standing	Standing	Standing	Standing
	48.0(100.0)	28.2(100.0)	20.0(100.0)	5.8(80.6)

는 상태에서 머리, 좌측 아래팔, 우측 아래팔, 좌측 손, 우측 손을 굴곡시켰으며 그 외 체절은 중립을 보였다. 계산의 경우 대표자세는 서 있는 상태에서 좌측 아래팔, 우측 아래팔, 우측 손을 굴곡시켰으며 그 외 체절은 중립을 보였다. 정리의 경우 대표

Table 5. Ranking of risk levels for each subtask

Risk factors	Scanning	Payment transaction	Arranging	Preparing bag
Time	1	2	3	4
Frequency	1	2	4	3
Head	1	3	2	4
Left upper arm	1	2	4	3
Right upper arm	1	2	3	4
Left lower arm	1	2	3	4
Right lower arm	1	2	3	4
Left hand	1	2	3	4
Right hand	1	2	3	4
Trunk	1	3	2	4
Lower extremity	1	2	3	4
Total	1	2	3	4

자세는 서 있는 상태에서 머리, 좌측 아래팔, 우측 아래팔, 좌측 손, 우측 손을 굴곡시켰으며 그 외 체절은 중립을 보였다. 봉투준비의 대표자세는 서 있는 상태에서 머리, 좌측 아래팔, 우측 아래팔, 좌측 손, 우측 손을 굴곡시켰으며 그 외 체절은 중립을 보였다. Fig. 3은 이러한 단위작업별 자세들의 예이다.

앞서 분석한 변수들을 바탕으로 단위작업별 근골격계질환 위험 정도를 파악하였다(Table 5). 위험성이 가장 높은 단위작업을 1위로 하여 위험성이 가장 낮은 작업까지 순서대로 표기하였다. 시간, 빈도수, 작업 자세에 있어 단위작업 간 대등한 비교를 위해 절대값을 바탕으로 분석하였다. 대표 자세가 중립인 단위작업들의 경우 굴곡 자세의 누적시간으로 위험성을 비교하였다. 하지 자세의 경우 입식 시간이 높을수록 위험성이 높은 것으로 정의하였다. 최종적으로 근골격계질환 위험성이 가장 높은 작업은 스캔, 계산, 정리, 봉투 준비 순이었다.

4. 고찰

단위작업 별 종합적 특성을 살펴보면, 대기의 경우 가장 높은 시간인 43.8%를 차지하였으며 빈도는 16.1%를 나타냈다. 대기시간은 Carrasco 등²⁴⁾의 논문에서 18.0%로 밝힌 바 있으며 본 연구의 결과와 차이가 있었다. 그 이유는 본 연구는 비교적 한적한 월요일에 현장조사를 하였기 때문이다. 금요일 저녁 및 주말은 손님이 많은 경향을 보이며 평일은 주부들의 일상적 장보기에 의해 정기적인 분포양상을 나타낸다²⁵⁾. 그러므로 손님이 많은 요일에 대해 추가적인 연구가 진행되어야 할 것이다.

스캔의 경우 전체 작업 중 두 번째로 높은 시간인 23.5%를 차지하였고, 가장 높은 빈도인 35.0%를 나타냈다. 스캔 작업시간은 Carrasco 등²⁴⁾의 논문에서 19.8%로 밝힌 바 있으며 본 연구의 결과와 매우 흡사하였다. 스캔작업이 가장 높은 빈도를 차지하는 이유는 산업의 발전으로 인한 레이저 스캐너의 도입으로 작업속도가 향상되면서 대량의 제품을 다룰 수 있게 되었기 때문이다.^{4,26)}

스캔의 예를 들면, 작업자들은 컨베이어에 놓인 제품을 발견한 후 각 제품의 바코드 위치를 확인하고 스캐너에 인식시키는 과정에서 지속적으로 머리를 굽히거나 회전시켰다. 제품의 바코드를 스캐너에 인식시키는 과정에서 아래팔과 손목을 빈번하게 사용하여 제품을 다뤘으며, 이렇게 다루는 제품의 수는 바쁜 토요일 점심시간 경에는 시간당 300개에 이른다고 밝혀진 바 있다²³⁾. Bernard²⁵⁾의 연구에 의하면 현장에서 제품의 약 20%는 한 번에 스캐너에 인식되지 못하고 제품의 방향을 바꾸는 여러 번의 시도 끝에 성공된다고 보고하였다. 각 제품별 바코드 부착 위치의 표준화, 제품별 바코드의 위치를 기억하기 위한 교육 및 훈련의 실시를 통하여 현 상황을 개선시킬 수 있을 것이다.

계산의 경우, 전체 작업 중 세 번째로 높은 시간인 22.9%를 차지하였고, 두 번째로 높은 빈도인 30.9%를 나타냈다. 계산의 작업시간은 Carrasco 등²⁴⁾의 논문에서 22.4%로 밝힌 바 있으며 본 연구의 결과와 매우 흡사하였다. 계산의 작업시간이 비교적 높은 비율을 차지한 것은 계산은 스캔과 함께 필수적으로 이루어지는 작업이기 때문이다. 또한 고객이 카드를 찾는 시간 및 영수증이 인쇄기에서 출력되는 시간이 영향을 미쳤는데, 이러한 시간들은 손님의 수에 관계없이 지속적으로 발생하기 때문에 수초 동안의 휴식시간을 발생시켰다²⁵⁾.

계산의 예를 들면, 오른손으로 카드를 쥐고 단 말기에 굽기, 자판을 입력하기, 현금 저장고에서 잔돈을 꺼내기, 결제기에서 출력된 영수증을 뽑기 과정에서 오른손의 굴곡이 주로 발생하였다. 또한 작업대에서 23 cm 높이에 있는 자판, 즉 바닥부터 107 cm 높이에 있는 자판의 위치는 SizeKorea에서 제공하는 20~40대 한국여성의 50퍼센타일 팔꿈치 높이인 97 cm보다 10 cm 높은 것으로 손과 아래팔의 굴곡을 발생시켰다²⁶⁾. 이를 개선하기 위한 방법으로 자판의 위치는 Grandjean²⁷⁾의 연구를 기초로 여성의 50퍼센타일 팔꿈치 높이에서 5~10 cm 아래의 높이, 즉 계산대에서 3~5 cm 높이에 위치시켜,

손과 아래팔의 굴곡을 감소시킬 것을 제안한다.

정리 작업의 경우 8%의 시간을 차지하였고, 낮은 빈도수인 12.5%를 나타냈다. 정리 작업시간은 Carrasco 등²⁴⁾의 논문에서 기타 항목으로 7.1%를 보고된 바 있어 본 연구의 결과와 매우 흡사하였다. 낮은 시간 및 빈도수를 차지하는 이유는 손님이 없는 한가한 시간에만 정리 작업이 간헐적으로 발생하기 때문이다. 정리 작업은 손님이 구매 취소한 제품을 한쪽에 정리하기, 손걸레로 계산대 위를 닦기, 결제기의 영수증 출력 용지 보충하기, 쓰레기 버리기, 금고의 현금 정리하기 등으로 구성된다.

정리 작업의 경우, 손걸레를 이용해 계산대 위를 닦는 과정에서 허리의 굴곡을 보였다. 정리 작업을 수행하는 이유는 스캔 후에 제품을 미는 과정에서 바닥과의 마찰력을 줄이고 제품의 손상 및 오염을 막기 위해서다. 현 계산대의 높이는 84 cm로 20~40대 한국여성의 50퍼센타일 팔꿈치 높이에서 5~10 cm 아래에 해당하는 87~92 cm 보다 조금 낮은 것으로 나타났다. 이를 개선하기 위한 방법으로 계산대의 높이를 3~8 cm 증가시킬 것을 권장한다.

봉투준비의 경우를 살펴보면, 전체 작업 중 가장 낮은 시간인 1.7%를 차지하였고, 가장 낮은 빈도인 10.0%를 나타냈다. 그 이유는 고객이 개인적으로 주머니를 준비해온 경우가 많고 봉투에 제품을 담는 작업을 계산직 작업자가 아닌 고객이 직접 하기 때문이다. 현장에서 사용되는 봉투의 종류는 세 종류였으며 회사로고가 적혀있는 주 비닐봉투는 작업자 좌측에 위치하고 있으며 쉽게 손이 닿는 거리에 위치하고 있었다. 종이봉투의 경우 작업자의 정면에서 계산대 아래 선반에 위치하였으며, 회사로고가 없는 작은 비닐봉투는 작업대의 우측 서랍 안에 위치하였다.

봉투준비의 예를 보면, 작업자는 봉투를 집을 시 허리를 조금 숙이는데, 그 이유는 주 비닐봉투는 바닥부터 72cm 높이의 거치대에 걸려있으며, 작업자가 집게 되는 주 비닐봉투의 손잡이 부분은 바닥부터 60cm 높이에 있기 때문이다. 종이봉투는 작업자 정면의 계산대 아래 선반 32cm 높이에 보관되어 있기 때문에 작업자는 종이봉투를 꺼내기 위해 한 발자국 뒤로 물러서서 허리를 심하게 굴곡시킨 자세를 취하였다. 이를 개선하기 위한 방법으로 현 주 비닐봉투 거치대를 고리로 바꾸어 비닐봉투의 손잡이 부분을 위로 향하도록 하고, 고리의 높이를 12 cm 상승한 84 cm에 위치시키며 종이봉투의 경우 작업자의 우측에 종이봉투 거치 고

리를 추가하는 것을 권장한다. 이는 Grant 등²⁸⁾이 제안하는 봉투의 손잡이 부분은 항상 표면에 돌출되어 있어서 쉽게 집을 수 있도록 설계되어야 함의 원칙을 따른다.

하지의 자세분포를 살펴보면, 하루 근무 중 57.0%를 서거나 걷고 43.0%를 앉아 있는 것으로 나타났다. Ryan⁹⁾의 경우 계산직 작업자는 89.8%를 서 있다고 밝혔다. 본 연구의 결과와 차이가 발생하는 이유는 1980년대에는 작업자에게 손님이 없을 시 앉을 수 있는 입좌식 의자를 제공하지 않은 것에 기인한다.

작업도구의 특성을 살펴보면, 현 계산대의 발 여유공간은 높이 8 cm, 너비 78 cm, 깊이 9 cm로 구성되어 있다. 이는 Rys 등²⁹⁾이 제안하는 치수인 높이 15 cm, 너비 50 cm, 깊이 15 cm와 비교하였을 때 높이와 깊이 인자에 대해 좁은 경향을 보이고 있다. 이렇게 좁은 여유공간은 작업자 허리의 굴곡을 유발시킨다²⁹⁾. 또한 현재 장시간 서 있는 작업자의 피로를 예방하기 위해 사용되고 있는 매트도 피로 예방 매트가 아닌 일반 제품이었다. 이는 효과적으로 작업자의 다리와 허리의 피로를 감소시킬 수 없으므로 바닥에 미끄러지지 않으면서 가장자리는 기울어진 피로예방매트를 사용할 것을 권장한다^{30,31)}. 현장에서 사용되는 입좌식 의자는 허리 지지대가 없는 것으로 이는 오히려 서서 일하는 것보다 40% 이상의 허리디스크 압력을 유발한다고 Yates 등³²⁾에 의해 밝혀진 바 있으므로 허리 지지대가 있는 입좌식 의자의 사용을 권장한다. 현장에서 사용되는 수직형 스캐너는 레이저 빔의 방향이 위를 향하는 것으로 수직형 스캐너와 비교하였을 때, 제품의 들기 및 힘의 발생이 더 크다. 그 이유는 수직형 스캐너는 제품을 집어서 들을 필요 없이 밀거나 끌어서 스캐너에 인식시킬 수 있기 때문이다^{4,24)}. 그러므로 수직형 스캐너의 사용이 권장된다.

본 연구는 작업시간을 추정함에 있어서 장시간의 촬영 시간을 바탕으로 지속적으로 시간분석을 행하여 비정형작업의 샘플 추정에서 오는 오차를 감소시키려 하였다. 이를 통해 얻은 단위작업 별 시간 및 빈도를 자세와 함께 평가하였다. 이는 기존의 연구들이 가장 안 좋은 자세를 띤 작업을 유해작업으로 명시한 것과 다른 결과를 도출하였다. 예를 들면, 봉투준비의 경우 자세의 비율만을 보고 판단하였을 경우 다른 단위작업들과 마찬가지로 높은 위험성을 보였지만 자세의 절대적 시간을 비교하였을 경우 Table 5에 제시한 바와 같이 다른 작업

들에 비해 부적절한 자세의 누적 시간이 매우 낮은 것으로 나타났다. 그래서 본 연구에서 봉투 준비는 주 유해요인 작업으로 판단하지 않았다. 최종적으로 근골격계질환에 영향을 미치는 작업시간, 작업빈도, 부적절한 자세의 누적 시간을 함께 고려하였을 때 스캔과 계산이 가장 유해도가 높은 작업으로 판명되었다.

정리하면, 계산직 작업자들은 하루 근무 중 55.5% 이상의 시간을 서 있는 상태에서 머리, 아래팔, 손의 굴곡을 나타냈다. 그 중 높은 시간 및 빈도를 차지하는 스캔과 계산은 머리, 아래팔, 손의 부적절한 자세를 발생시키는 위험한 작업으로 드러났다. 이의 결과는 후에 계산직의 작업환경을 개선함에 있어서 유용한 자료로 사용될 수 있다.

참고문헌

- 1) K.S. Kim, J.K. P, D.S. Kim, "Status and characteristics of occurrence of work-related musculoskeletal disorders", *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, Vol. 29, No. 4, pp. 405-422, 2010.
- 2) The National Human Rights Commission of the Republic of Korea, "Research on the right to work and discrimination for female temporary employee in the distribution industry", 2007.
- 3) US Department of Labor: Occupational Safety and Health Administration, "Ergonomics for the prevention of musculoskeletal disorders: guidelines for retail grocery stores", 2004.
- 4) K.A. Grant, D.J. Habes, "An analysis of scanning postures among grocery cashiers and its relationship to checkstand design", *Ergonomics*, Vol. 38, No. 10, pp. 2078-2090, 1995.
- 5) W. Margolis, J.F. Kraus, "The prevalence of carpal tunnel syndrome symptoms in female supermarket checkers", *J. Occup. Environ. Med.*, Vol. 29, No. 12, pp. 953-956, 1987.
- 6) S.H. Lee, R. Myung, "A study of CTDs for a check-out scanning operation", *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society*, 2000.
- 7) S.G. Park, J.Y. Lee, "Characteristics and odds ratio of work related musculoskeletal disorders according to job classification in small-to-medium-sized enterprises", *Korean J. Occup. Environ. Med.*, Vol. 16, No. 4, pp. 422-435, 2004.
- 8) D.D. Yang, H.K. Lim, "Risk factors characteristics of

- work-related musculoskeletal disorders for department store workers”, Proceedings of the Ergonomics Society of Korea, 2006.
- 9) G.A. Ryan, “The prevalence of musculo-skeletal symptoms in supermarket workers”, *Ergonomics*, Vol. 32, No. 4, pp. 359~371, 1989.
 - 10) K.A. Grant, D.J. Habes, S.L. Baron, “An ergonomics evaluation of cashier work activities at checker-unload workstations”, *Appl. Ergon.*, Vol. 25, No. 5, pp. 310~318, 1994.
 - 11) U. Hinnen, T. Laubli, U. Guggenbohl, H. Krueger, “Design of check-out systems including laser scanners for sitting work posture”, *Scand. J. Public. Health.*, Vol. 18, pp. 186~194, 1992.
 - 12) A. Johansson, G. Johansson, P. Lundqvist, I. Akesson, P. Odenrick, R. Akselsson, “Evaluation of a workplace redesign of a grocery checkout system”, *Appl. Ergon.*, Vol. 29, No. 4, pp. 261~266, 1998.
 - 13) Korean Employment Information Service, *Occupational Employment Statistics*, 2006, 2010.
 - 14) W.M. Keyserling, “Postural analysis of trunk and shoulders in simulated real time”, *Ergonomics*, Vol. 29, No. 4, pp. 569~583, 1986.
 - 15) W.M. Keyserling, M. Brouwer, B.A. Silverstein, “A checklist for evaluation ergonomics risk factors resulting from awkward postures of the legs, trunk and neck”, *Int. J. Ind. Ergonom.*, Vol. 9, pp. 283~301, 1992.
 - 16) T.K. Foreman, J.D.G. Troup, “Diurnal variations in spinal loading and the effects on stature: A preliminary study of nursing activities”, *Clin. Biomech.*, Vol. 2, No. 1, pp. 48~54, 1987.
 - 17) A.M. Genaidy, L. Guo, R. Eckart, J.D.G. Troup, “A postural stress analysis system for evaluating body movements and positions in industry”, Proceedings of the Ergonomics Society Conference, pp. 346~351, 1993.
 - 18) I.S. Lee, M.K. Chung, D.H. Kee, “Evaluation of postural load of varying leg postures using the psychophysical scaling”, *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, Vol. 21, No. 4, pp. 47~65, 2002.
 - 19) D. Baty, D.A. Stubbs, “Postural stress in geriatric nursing”, *Int. J. Nurs. Stud.*, Vol. 24, No. 4, pp. 339~344, 1987.
 - 20) E. Grandjean, W. Hunting, “Ergonomics of posture-Review of various problems of standing and sitting posture”, *Appl. Ergon.*, Vol. 8, No. 3, pp. 135~140, 1977.
 - 21) W.M. Keyserling, “Computer-aided posture analysis of the trunk, neck, shoulders and lower extremities”, Taylor and Francis, London, 1990.
 - 22) D.M. Andrews, J.P. Callaghan, “Determining the minimum sampling rate needed to accurately quantify cumulative spine loading from digitized video”, *Appl. Ergon.*, Vol. 34, pp. 589~595, 2003.
 - 23) R. Bonfiglioli, S. Mattioli, C. Fiorentini, F. Graziosi, S. Curti, F.S. Violante, “Relationship between repetitive work and the prevalence of carpal tunnel syndrome in part-time and full-time female supermarket cashiers: a quasi-experimental study”, *Int. Arch. Occ. Env. Hea.*, Vol. 80, No. 3, pp. 248~253, 2007.
 - 24) C. Carrasco, N. Coleman, S. Healey, “Packing products for customers-An ergonomic evaluation of three supermarket checkouts”, *Appl. Ergon.*, Vol. 26, No. 2, pp. 101~108, 1995.
 - 25) S. Bernard, “Cashier's work-time: Between a productivity mentality and a service mentality”, *Sociol. Trav.*, Vol. 49, No. 2, pp. 129~144, 2007.
 - 26) Size Korea, <http://sizekorea.kats.go.kr/>, 2004.
 - 27) E. Grandjean, “Fitting the task to the man”, Taylor & Francis, London, 1988.
 - 28) K.A. Grant, D.J. Habes, V.P. Anderson, S.L. Baron, M.H. Sweeney, L. Piacitelli, L.J. Fine, “Ergonomic evaluation of checkstand designs in the retail food industry: a report based on expert assessment”, *Applied Occupational and Environmental Hygiene*, Vol. 8, No. 11, pp. 929~936, 1993.
 - 29) M. Rys, S. Konz, “Standing”, *Ergonomics*, Vol. 37, No. 4, pp. 677~687, 1994.
 - 30) P.M. King, “A comparison of the effects of floor mats and shoe in-soles on standing fatigue”, *Appl. Ergon.*, Vol. 33, No. 5, pp. 477~484, 2002.
 - 31) Occupational Health Clinics for Ontario Workers Inc., “Working on your feet”, 2005.
 - 32) J.W. Yates, W. Karwowski, “An electromyographic analysis of seated and standing lifting tasks”, *Ergonomics*, Vol. 35, No. 7-8, pp. 889~898, 1992.