

# 비정형작업 근골격계질환 위험요인의 노출평가: 일부 병원근로자에 대한 PATH-KOSHA 관찰도구 적용사례

박정근<sup>‡</sup> · 한영선<sup>1</sup>

한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원, <sup>1</sup>가톨릭대 성모병원 산업의학센터

## Exposure assessment of musculoskeletal disorder risk factors in non-routinized work: An application of PATH-KOSHA observational tool to hospital workers

Jung-Keun Park<sup>‡</sup> · Young-Sun Han<sup>1</sup>

*Occupational Safety and Health Research Institute, KOSHA,  
<sup>1</sup>Catholic Industrial Medical Center, Catholic University of Korea*

This study was conducted to assess exposure to musculoskeletal disorder(MSD) risk factors in hospital personnel who performed non-routinized work tasks. A tool ("PATH-KOSHA" version) was newly revised from PATH(Posture, Activity, Tools and Handling) method and uploaded into a personal digital assistant(PDA). The version was used, on a basis of direct-observation, to collect PATH data at the 2 hospital settings in different regions. Job analysis was performed to get various information (e.g., work and rest time, task type) as well. The data collected were visually checked for data cleaning and stored for future data analysis.

A total of 1,992 PATH observations were made for 37 hospital workers. Exposure levels varied across 18 items of the MSD risk factors. The highest percent time spent on non-neutral postures was 53% for wrist deviation, followed by 47%(pinch grip), 35%(trunk posture), 23%(neck posture), and

20%(shoulder/arm posture). The highest percent time spent among hand activity level(HAL) variables was 55% for HAL-cat2 (HAL: 3.3 - <6.7). The percent time of items with respect to both loads with more than 5kg and contact stress was less than 4%. Vibration was not exposed in the study workers. Different aspects were discussed for findings.

The study results showed that wrist deviation was highest in percent time spent on awkward posture while HAL-cat2 was highest in hand repetition. The study suggests that distal upper extremity posture and HAL should be primarily addressed and controlled in non-routinized work including the hospital settings.

**Key Words:** MSD risk factors, ergonomic exposure assessment, non-routinized work, PATH-KOSHA version, hospital workers

## I . 서 론

근골격계질환(musculoskeletal disorders, MSDs) 위험요인에 대한 노출평가는 MSD 예방의 시작이다. MSD 문제를 예측 또는 인식하고 MSD 위험요인에 노출되는 정도를 평가하여

대책을 제시하는 과정이 MSD 위험요인 노출평가가기 때문이다.

우리나라의 산업재해 통계에서 업종별 MSD 발생 현황을 살펴보면, 아직도 제조업에서 가장 높게 차지하고 있으나 비 제조업에서 차지하는 비율이 점차 증가되고 있다. 최근 3년

접수일: 2009년 8월 18일, 채택일: 2009년 12월 4일

‡ 교신저자: 박정근(인천광역시 부평구 구산동 34-4,

Tel: 032-510-0826, Fax: 032-502-7197, Email: jkpark@kosha.net)

간(2006-2008년) 전체 업종에 대하여 매년 추정된 MSD 발생 만인율의 평균치는 5.5였다. 주요 업종에 따라 추정된 MSD 발생 만인율에서 가장 높은 평균치는 11.2(제조업)이었으며, 다음으로 6.6(도소매업), 5.9(숙박음식업), 5.3(운수창고통신업), 4.4(보건복지업)이었다. 미국의 경우 2006년만 보더라도 MSD 발생 만인율은 보건사회복지업(60.5)과 도소매업(46)이 제조업(45.5)보다 높았다(USBLS, 2008). 한편, 동일 기간 동안 업무상질병 요양 승인자 중 MSD가 차지한 비율은 각각 68%, 74%, 77%로 나타나 계속 증가하는 추세였으며(박정근 등, 2008b; Park et al., 2009b), 제조업보다 비제조업에서 더욱 두드러지게 증가했다.

현대의 병원산업에는 조직과 활동 측면에서 대기업 규모에 이르는 병원들이 다수 존재한다. 병원은 조직이 커질수록 부서와 직종(job title)이 증가되어 작업이 세분화되며, 업무절차가 더욱 다양해지는 특징을 가지고 있다. 많을 경우 200개 이상의 직종을 가지는 병원이 존재하며 (전국보건의료산업노동조합, 2002), 병원업의 작업은 자체 업무의 특성에 의해 종사하는 근로자들이 다양한 MSD 위험요인에 노출된다고 보고되었다 (박정근 등, 2008a 및 2008b; 조권한, 2003; Camerino et al., 2001; Fuortes et al., 1994; Gillen et al., 2007). 병원산업의 MSD 위험요인은 반복동작, 부적합자세, 무리한 수작업, 환자나 중량물 취급이 포함됐다(박정근 등, 2008b; Hignett and Richardson, 1995; Janowitz et al., 2006; Park, 2006; Park et al., 2009a).

전통적으로 MSD 문제와 관련된 인간공학적 위험요인 노출평가는 정형작업 또는 정형업무(routine work)와 이벤트중심 작업(event-focused job task)을 대상으로 이루어져 왔다. 초기 인간공학적 기법(노출평가 도구)들은 이런 유형의 작업을 평가하기 위해 개발되었으며, 산업과 학문이 발전되면서 업그레이드되거나 새로운 기법의 모델이 되곤 했다. 비정형작업(non-routine work)은 업무를 구성하는 작업(task)의 주기가 없거나 규칙적이지 않아 업무를 분석하기 어렵다. 실제로 비정형작업용으로 개발되어 널리 사용되고 있는 인간공학기법이 별로 없는 실정이다. 이것은 그동안 연구자들이 인간공학작업분석과 위험요인 노출평가에 있어서 작업의 주기가 간단하고 분석이 용이한 정형작업 중심으로 관심을 집중했기 때문이며(Punnett and Wegman, 2004), 시간과 비용 부담이 큰 비정형작업에 대해서 소홀했기 때문일 것이다.

PATH(Posture, Activity, Tools and Handling) 방법(Buchholz et al., 1996)은 원래 건설업 근로자를 대상으로 MSD 위험요인 노출평가를 위해 개발된 직접관찰법으로서 비정형작업에 활용될 수 있는 인간공학기법 중 하나이다. PATH 방법의 신뢰도 또는 타당도에 관한 연구가 다양하게 보고되어 왔으며 (Buchholz et al., 1996; Paquet et al., 2001; Park et al., 2005; Park

et al., 2009a), 연구팀마다 연구목적이나 적용대상에 맞도록 PATH 항목의 일부를 개정 또는 보완하여 활용했다. 예를 들어, 건설업이외에도 낙농업, 과수원업, 도소매업, 보건의료업 등에 사용되었다. PATH 방법은 1990년대 후반에 우리나라에 소개되었으나 접근성 또는 용이성의 제한점으로 인해 거의 활용되지 않은 듯하다. 그러나 최근에 우리나라에서도 PATH 방법을 이용한 연구결과가 보고되었으며(Park et al., 2006), PATH-KOSHA 버전이 마련되면서 이 도구의 관찰자간 신뢰도 및 두 방법(직접관찰법 vs. 비디오관찰법)간 일치도 평가결과(박정근 등, 2008a), 관찰자내 신뢰도 평가결과(박정근과 한영선, 2009) 및 일부 호텔업 근로자에 대한 노출평가 결과(김대성 등, 2009)가 보고되었다.

우리나라에서 MSD 예방을 위한 연구가 다양하게 이루어졌다. 그동안 MSD 예방 연구는 사업장 안전보건 관계자를 대상으로 제도적 요건에 관한 인식수준 및 사업주의 법규 준수 실태에 관한 조사가 이루어졌으나 이들 연구가 제조업의 정형작업을 대상으로 실시됐거나 특정 산업의 일부 근로자를 중심으로 이루어졌다 (대한인간공학회, 2005; 한국산업안전공단, 2005; 한국안전학회, 2007). 사실 2003년 근골격계부담작업 유해요인조사 제도 도입 전후에 MSD 위험요인 노출평가가 급격히 증가되었고 정형작업 또는 비정형작업 구분 없이 실시되어 왔으나 비정형작업을 대상으로 MSD 위험요인의 노출평가에 관한 연구보고는 많지 않았다. 특히 2003년부터 법적으로 근골격계부담작업 유해요인조사 제도가 시행되고 있으나 비정형작업에 대한 적절한 노출평가 방법이 제공되지 않아 제도 이행의 실효성을 높이기 어려운 실정이다. 이런 상황에서 MSD 문제와 관련된 비제조업 및 비정형작업이 주목되어 왔으며, 비정형작업 근로자를 대상으로 수행한 MSD 위험요인의 노출평가 자료의 필요성이 커졌다.

따라서 본 연구는 새롭게 마련된 PATH-KOSHA 도구를 적용하여 병원업 일부 비정형작업 근로자를 대상으로 MSD 위험요인의 노출수준을 평가하였다.

## II. 연구대상 및 방법

### 1. 연구 및 연구대상

본 연구는 2008년 산업안전보건연구원에서 수행된 한 연구과제의 일부이다. 함께 병행하여 수행되었던 PATH-KOSHA 버전의 관찰자간 신뢰도(inter-rater reliability) 평가, 관찰자내 신뢰도(intra-rater reliability) 평가, 방법간 일치도(inter-method agreement) 평가, 호텔근로자에 대한 MSD 위험요인의 노출평가는 이 연구의 범위 밖이다(박정근 등, 2008a).

연구대상자는 경인 및 호남지역에 각각 소재하는 2개의 병원 근로자 37명이었다. 연구대상자는 조사 당일 정상적으로 작업하는 근로자 중 무작위로 선정되었고 동일 직종에 대해서 가능한 한 적어도 3명 이상 포함되도록 했으며, 근로자가 다음 선정기준에 해당될 경우 제외되었다: 1) 6개월 미만의 근무경력자; 2) 지난 12개월 동안 선천성이상, 류머티스관절염, 퇴행성질환, 통풍 등 질병으로 의학적 치료를 받은 적이 있는 자; 3) 교통사고 등 사고로 인한 근골격계 부상 및 장애로 치료 받은 적이 있는 자. 각 연구대상자는 산업안전보건연구원 연구윤리·진실성 심의위원회가 승인한 ‘참가 동의서’에 사인한 후 조사에 참여했다.

## 2. 노출평가 방법 및 도구

이 연구에서 '근골격계질환(MSDs) 위험요인'은 무리한 힘·동작, 반복성, 부적합자세, 접촉·압박 스트레스, 진동으로 정의했으며, '근골격계질환(MSDs)'은 단일 또는 복수의 MSD 위험요인으로 인해 목, 어깨, 허리, 상·하지의 근육·관절·건·인대·신경 및 그 주변의 신체조직에 나타나는 건강이상으로 정의했다(박정근 등, 2008b). 비정형작업은 주기가 없거나 규칙적이지 않은 작업(예, 병원 외래환자실 주사작업)으로 구성된 업무로 정의했고 정형작업은 주기가 규칙적인 작업(예, 임상실험실 시료 피펫작업)으로 구성된 업무로 정의했다. 여기에서 '비정형작업'과 '비정형업무'를 동일한 의미로 간주했다. 업무의 유형은 각 연구대상자의 직무(job)를 하루 8시간 기준으로 분석한 뒤 분류했으며, 다음 5가지 분류 중 하나에 해당된다고 가정했다(Gold et al., 2006): 1) 단일 사이클작업으로 구성된 업무; 2) 복합 사이클작업으로 구성된 업무; 3) 사이클 및 비사이클 작업으로 혼합구성된 업무; 4) 단일 비사이클작업으로 구성된 업무; 그리고 5) 복합 비사이클작업으로 구성된 업무.

### 1) 노출평가 방법 선정

노출평가 방법은 문헌고찰과 연구자간 반복적인 토의를 거쳤으며, 인간공학적인 관찰법 중 다음 몇 가지 선정기준을 바탕으로 결정되었다: (1) 비정형작업에 존재하는 MSD 위험요인의 노출특성을 평가할 수 있는 능력; (2) 작업샘플링법(work sampling methods)의 특징을 반영할 수 있는 능력(Pape, 1992); (3) 국제적 저널에 정밀도 및 정확도에 관한 연구결과가 보고된 방법; (4) 노출평가 대상 보유 항목(MSD 위험요인) 수.

앞에서 언급된 정의, 업무유형 및 선정기준을 효과적으로 활용하면서 비정형작업에 적합한 노출평가 도구들을 비교 분석했다(박정근 등, 2008a). PATH는 OWAS(Karhu et al., 1977)의 단점을 보완하면서 비정형작업용으로 개발되었으며, 작업샘플링법으로 직접 관찰하면서 사용되기 때문에

(Buchholz et al., 1996; Janowitz et al., 2006) 상기 선정기준에 적합하여 본 연구에서 사용기로 결정했다.

### 2) PATH 방법

본 연구에서 사용된 PATH 도구는 보건의료업 근로자용 PATH 버전(Park et al., 2005)을 일부 보완하여 새롭게 개정한 버전(PATH-KOSHA version)이었다. 아날로그 PATH-KOSHA 버전이 먼저 마련되었으며, 디지털 버전으로 개발하여 PDA(personal digital assistant)에 업로드 한 후 산업현장에서 근로자를 직접 관찰하면서 노출평가에 사용되도록 했다(박정근 등, 2008a). PATH-KOSHA 버전은 3가지 템플릿(template, 인간공학적 위험요인 데이터 수집 양식)으로 구성되었으며, 각 템플릿은 각각 다른 항목으로 구성되었다: (1) 전신 템플릿(Whole body template): 9개 항목; (2) 손/전완 템플릿(Hand/forearm template): 8개 항목; (3) 손동작 템플릿(Hand activity template): 1개 항목. 각 항목은 별도로 정의되었으며(Park, 2006), 2~11개의 세부항목으로 구성되었다. 18개 항목은 매 90초 주기(45-30-15 시간모드)로 관찰되도록 디자인 되었으며, 근로자의 동작이나 작업상황을 순간관찰한 후 각 템플릿마다 정해진 시간 내에 기록을 마치도록 설계되었다. 손동작 템플릿은 15초간 연속적으로 관찰한 후 11개의 세부항목 중 하나를 선택하도록 했다.

### 3) 보조적 노출평가 도구

인간공학적 조사 점검표를 개발하여 면담 및 기초조사 과정에서 주로 사용했으며, 작업분석, 비디오촬영, PATH 관찰법을 보조하는 도구로 활용코자 했다. 조사 점검표는 대상 근로자의 개인특성, 업무조건, 작업환경조건 및 주요 작업에 관한 조사항목이 포함됐다.

또한 연구대상자의 업무를 대상으로 '업무 및 작업에 관한 계층적 요약표(taxonomy)'가 작성됐다(Moir et al., 2003). Taxonomy는 해당 직종별 업무 및 작업의 특성을 파악하고 MSD 위험요인의 종류, 분포 및 발생 특징을 체계적으로 이해할 수 있도록 작성된 요약표이다. 문헌고찰, 면담 및 기초조사 과정에서 확보된 정보를 중심으로 작성된 후 불분명하거나 사업장 특유의 정보는 현장 조사과정에서 관리감독자 또는 안전보건 관계자와 면담을 통해 보완했다.

## 3. PATH 자료 수집

자료 수집은 2008년 7월부터 9월까지 이루어졌으며, 조사 대상 근로자가 결정되면 면담, 기초조사 및 본조사 과정을 거쳤다. 일단 면담 및 기초조사 과정이 완료되면 근로자를 직접관찰하면서 약 60분간 자료를 수집했다. 관찰은 매 90초를 주기로 했으며, 템플릿에 따라 관찰하면서 마음속으로 음 신호(4, 3, 2, 1, 시작)에 맞추어 "시작" 순간에 관찰된 순간관

Table 1. Percent time spent on sub-item by PATH item in study subjects (N=1,992)

PATH item*	Sub-item	Percent time spent(%)
Trunk posture (°)	Neutral (<20)	65
	Moderate flexion ( $\geq 20$ - <45)	10
	Severe flexion ( $\geq 45$ )	8
	Lateral bent/ twist flexed	12
	Lateral bent/ twist neutral	5
Neck posture (°)	Neutral (<20)	77
	Non-neutral	23
Leg posture (°)	Stand (flex <35)	40
	Walking/ running	22
	Sitting	34
	Kneeling (1 or both)	2
	Squat (both knees $\geq 80$ )	2
	Lunge(1 knee $\geq 35$ )	0
	Crawl	0
	Stand on 1 foot	0
Shoulder/ arm elevation(°)	Both arms <60	80
	1 arm $\geq 60$	14
	2 arms $\geq 60$	6
Elbow posture(°)	Neutral(30 - 150)	93
	Extension(>150)	3
	Extreme flexion(<30)	4
Weight in arms/hands(kg)	<5	96
	$\geq 5$ - <20	3
	$\geq 20$ - <50	1
	$\geq 50$	0
Manual materials handling(MMH)	No MMH(<5kg)	96
	1 hand	1
	2 hands	3
MMH action	No MMH action(<5kg)	98
	Carry/ Hold	1
	Push/ pull/ drag	1
	Lift	0
	Lower	0
Vibration	None	100
	Segmental	0
	Whole-body	0

\* The category of 'Task' was separately addressed in Table 3 and 'Not observed/ not sure' in each PATH item was omitted.

Table 1. (Continued)

PATH item*	Sub-item	Percent time spent(%)
Hand observed	Right	97
	Left	3
Wrist/ forearm deviation	No	47
	Yes	53
Gross grasp	No	86
	Yes	14
Pinch grip	No	53
	Yes	47
Hand/ forearm contact stress	No	99
	Yes	1
Vibration	No	100
	Yes	0
Weight in hands(kg)	<5	99
	≥5 - <20	1
	≥20 - <50	0
	≥50	0
Hand activity level (HAL)	HAL-cat1 (0 - <3.3)	27
	HAL-cat2 (3.3 - <6.7)	55
	HAL-cat3 (6.7 - 10)	18

\* The category of 'Task' was separately addressed in Table 3 and 'Not observed/ not sure' in each PATH item was omitted.

찰사항을 바탕으로 각 항목의 세부항목을 결정했다.

실시했다. 자료의 통계분석은 SAS Windows Ver. 9.1.3을 이용했다.

#### 4. 자료 관리 및 통계분석

각 근로자에 대해 수집된 PATH 자료는 PDA로부터 컴퓨터에 다운로드 되었다. 조사자는 다운로드된 파일을 열어 데이터 클리닝을 실시한 후 향후 통계분석을 위해 보관했으며, 조사 점검표의 정보도 코드화하여 해당 파일에 함께 보관했다.

병원근로자의 MSD 위험요인 노출평가에서 최종 결과단위는 관찰시간비율 (percent time spent, %) 또는 관찰치비율 (proportion of observations, %)이었으며, 항목(변수)별로 산출됐다. 연구대상 근로자의 직종이 매우 다양했기 때문에 유사 직종을 묶어 구분(예, 간호직은 간호사 및 간호보조사 포함)했으며, 효과적인 자료 분석을 위하여 직종그룹 및 변수 수를 고려하여 더 큰 직종그룹(청소직, 요리직, 간호직, 기술직, 사무직)으로 재분류했다. 작업항목에 관한 정보는 조사 점검표 및 taxonomy 자료를 바탕으로 정리하면서 상기 5가지 직종그룹으로 재분류하여 작업을 표준화한 후 자료 분석을

### III. 연구결과

#### 1. 일반사항

연구대상자는 37명(남: 5명, 여: 32명)이었다. 남자근로자 평균 연령은 36.1세  $\pm$  9.3, 신장 169.5cm  $\pm$  5.4, 체중 65.9kg  $\pm$  6.2였으며, 여자근로자 평균 연령은 34.3세  $\pm$  12.4, 신장 161.3cm  $\pm$  5.3, 체중 54.3kg  $\pm$  6.5였다. 전체근로자가 현재병원에서 근무한 평균기간은 2.7년  $\pm$  4.6, 현재 직종으로 근무한 평생기간은 4.7년  $\pm$  5.4였다. 한편, 연구대상자 37명의 직종그룹은 간호직(13명), 기술직(8명), 사무직(8명), 요리직(4명) 및 청소직(4명)이었으며, 업무의 유형은 모두 '사이클 및 비사이클 작업이 혼합구성된 업무'였다.

Table 2. Percent time spent on sub-item by PATH item and job group (N= 1,992)

PATH item*	Sub-item	Percent time spent by job group(%)					p value <sup>†</sup>
		Nurse	Technician	Clerk	Cook	Cleaner	
Trunk posture (°)	Neutral (<20)	60	65	80	66	46	<0.001
	Moderate flexion (≥20 - <45)	10	11	7	14	10	
	Severe flexion (≥45)	12	3	1	8	24	
	Lateral bent/ twist flexed	12	17	10	8	11	
	Lateral bent/ twist neutral	6	4	2	4	9	
Neck posture (°)	Neutral (<20)	75	74	84	75	79	<0.01
	Non-neutral	25	26	16	25	21	
Leg posture (°)	Stand (flex <35)	49	32	14	64	34	<0.001
	Walking/ running	17	17	4	34	65	
	Sitting	29	37	81	0	0	
	Kneeling (1 or both)	1	9	0	0	0	
	Squat (both knees ≥80)	2	3	1	2	1	
	Lunge(1 knee ≥35)	0	1	0	0	0	
	Crawl	1	0	0	0	0	
	Stand on 1 foot	1	1	0	0	0	
Shoulder/arm elevation(°)	Both arms <60	80	83	91	71	71	<0.001
	1 arm ≥60	13	13	8	21	20	
	2 arms ≥60	7	4	1	8	9	
Elbow posture (°)	Neutral(30 - 150)	95	93	87	97	95	<0.001
	Extension(>150)	2	2	3	2	4	
	Extreme flexion(<30)	3	5	10	1	1	
Weight in arms/ hands(kg)	<5	99	89	100	95	93	<0.001
	≥5 - <20	1	9	0	4	7	
	≥20 - <50	0	2	0	1	0	
	≥50	0	0	0	0	0	
Manual materials handling(MMH)	No MMH(<5kg)	99	89	100	95	94	<0.001
	1 hand	0	2	0	1	4	
	2 hands	1	9	0	4	2	
MMH action	No MMH action(<5kg)	97	98	100	95	93	<0.001
	Carry/ Hold	1	1	0	4	3	
	Push/ pull/ drag	0	1	0	1	3	
	Lift	1	0	0	0	1	
	Lower	1	0	0	0	0	
Vibration	None	99	100	100	100	100	>0.05
	Segmental	1	0	0	0	0	
	Whole-body	0	0	0	0	0	

\* : The category of 'Task' was separately addressed in Table 3 and 'Not observed/ not sure' in each PATH item was omitted.

† : p value in  $X^2$ -test.

Table 2. (Continued)

PATH item*	Sub-item	Percent time spent by job group(%)					p value <sup>†</sup>
		Nurse	Technician	Clerk	Cook	Cleaner	
Hand observed	Right	99	100	86	99	99	<0.001
	Left	1	0	14	1	1	
Wrist/ forearm deviation	No	46	54	50	40	44	<0.05
	Yes	54	46	50	60	56	
Gross grasp	No	93	87	96	71	57	<0.001
	Yes	7	13	4	29	43	
Pinch grip	No	47	61	45	63	65	<0.001
	Yes	53	39	55	37	35	
Hand/ forearm contact stress	No	99	99	96	100	100	<0.001
	Yes	1	1	4	0	0	
Vibration	No	100	100	100	100	100	-
	Yes	0	0	0	0	0	
Weight in hands (kg)	<5	99	95	100	99	99	<0.001
	≥5 - <20	0	5	0	1	1	
	≥20 - <50	1	0	0	0	0	
	≥50	0	0	0	0	0	
Hand activity level(HAL)	HAL-cat1 (0 - <3.3)	29	40	34	7	8	<0.001
	HAL-cat2 (3.3 - <6.7)	61	50	54	47	60	
	HAL-cat3 (6.7 - 10)	10	10	12	46	32	

\* : The category of 'Task' was separately addressed in Table 3 and 'Not observed/ not sure' in each PATH item was omitted.

† : p value in  $\chi^2$ -test.

## 2. MSD 위험요인 노출평가

MSD 위험요인 노출평가를 위해 연구대상자로부터 얻어진 PATH 관찰치는 총 1,992건이었으며, 근로자당 수집된 평균 PATH 관찰치는 54건(36 - 90)이었다.

### 1) 전체 노출평가

연구대상자 전체의 PATH 자료에 대해 MSD 위험요인에 따라 세부항목별로 관찰된 시간비율은 Table 1과 같았다. 신체부위별 비중립자세의 비율을 살펴보면 전신템플릿에서 몸통은 35%, 목 23%, 다리 60%, 어깨/팔 20%, 팔꿈치 7%로 나타났다. 손/전완템플릿의 경우 손목굽힘/휘 53%, 손잡기 14%, 손가락집기 47%로 나타났다. 5kg이상 부하를 취급하는 경우 전신취급무게 4%, 중량물취급유형 4%, 중량물취급작업 2%, 손취급무게 1%였으며, 손/전완접촉은 1%, 전신 및 손에서 진동노출은 없었던 것(0%)으로 나타났다. 가장 많이 차지한 손동작수준은 55%(범주2)였으며, 그다음 27%(범주1),

18%(범주3) 순이었다.

### 2) 직종별 노출평가

전체 PATH 자료에서 5개 직종그룹 중 가장 많이 차지한 비율은 36.7%(간호직)이었으며(Table 2), 다음으로 19.6%(사무직), 19.5%(기술직), 14.0%(요리직), 10.2%(청소직) 순서였다.

항목(위험요인)에 따라 직종그룹별로 세부항목별 노출시간 비율 분포가 나타났으며, 전신 및 손 진동노출을 제외한 모든 항목에서 직종그룹별 분포는 통계적으로 유의한 차이를 나타냈다. 몸통자세에서 비중립자세는 청소직이 54%로 가장 높게 나타났고, 이어서 간호직 40%, 기술직 35%, 요리직 34%, 사무직 20% 순으로 나타났다.

목자세에서 비중립자세는 기술직이 26%로 가장 높게 나타났고, 이어서 간호직과 요리직 25%, 청소직 21%순으로 나타났다. 다리자세에서 선자세의 경우 요리직(64%), 보행/달리기자세의 경우 청소직(65%) 그리고 앉은자세의 경우 사무직(81%)이 50%를 초과한 것으로 나타났다. 어깨/팔자세에서

Table 3. Percent time spent on sub-item of 'Task' item by job group (N= 1,992)

Job group	Task sub-item	Percent time spent (%)	p value*
Nurse (n=730)	Needle work	13	<0.001
	Interview (including phone talk)	8	
	Preparation for test and assist	2	
	Nurses' room rounding	0	
	Patient care and assist	2	
	Others(PC work, shift preparation)	75	
Technician (n=389)	Phlebotomy	1	<0.001
	Sample reception and processing	31	
	Instrument operating	8	
	Result report(PC work)	2	
	Manual sample treatment	7	
	Sample treatment with instruments	0	
	Others(phone talk, etc.)	51	
Clerk (n=391)	Registration and account	75	<0.001
	Document transport and keeping	7	
	Interview (phone talk)	8	
	Others	10	
Cook (n=278)	Pre-food processing and cooking	7	<0.001
	Food delivery and return	6	
	Dish clean and keeping	12	
	Material inventory and stock	74	
	Others	1	
Cleaner (n=204)	Cleaning(manual, mop, vacuum)	12	<0.001
	Bedding and room clean	0	
	Others(preparation, re-checking, etc.)	88	

\* : p value in  $X^2$ -test.

비중립자세는 요리직과 청소직이 각각 29%로 가장 높았고, 이어서 간호직 20%, 기술직 17%, 사무직 9% 순으로 나타났다. 팔꿈치자세에서 비중립자세는 사무직이 13%로 가장 높았고, 나머지는 10%미만으로 나타났다. 전신취급무게, 중량물취급유형 및 중량물취급작업 항목에서 5kg 이상 취급하는 부하 또는 중량물에 해당되는 경우는 전신취급무게와 중량물취급유형에서 기술직이 11%를 나타냈으나 나머지는 나타나지 않았다. 전신텔플릿을 통해 얻어진 PATH 자료에는 진동에 노출되지 않은 것으로 나타났다.

손목굽힘/휨의 비중립자세는 요리직이 60%로 가장 높았고, 청소직 56%, 간호직 54%, 사무직 50%, 기술직 46% 순으로

로 나타났다. 손잡기의 비중립자세는 청소직이 43%로 가장 높았고, 요리직 29%, 기술직 13%, 간호직 7%, 사무직 4% 순으로 나타났다. 손가락집기의 비중립자세는 사무직이 55%로 가장 높았고, 간호직 53%, 기술직 39%, 요리직 37%, 청소직 35% 순으로 나타났다. 손/전완접촉과 손진동노출 항목에서 접촉스트레스 또는 진동에 노출되는 비율은 직종그룹에 무관하게 모두 4% 이하였다. 손취급무게에서 5kg 이상 취급하는 부하의 비율은 직종그룹에 무관하게 모두 5% 이하였다. 손동작수준에서 세부항목 11가지를 3가지 범주로 분류하여 살펴본 결과 직종그룹마다 범주2(47% - 61%)가 가장 높게 나타났다. 직종그룹 중 범주3이 가장 높게 나타난 비율은



46%(요리직)이었으며, 32%(청소직), 12%(사무직) 및 10%(간호직과 기술직) 순이었다.

### 3) 작업항목 노출평가

작업항목에 대한 직종그룹별 노출평가 결과 간호직의 경우 관찰시간비율이 가장 높은 작업은 '기타작업(75%)' 이었고 '주사(13%)' 순이었다 (Table 3). 직종그룹에 따라 '기타작업' 을 제외하고 노출시간 비율이 가장 높은 작업은 기술직의 경우 '시료접수 및 기기작동 준비(51%)', 사무직 '접수 및 수납(75%)', 요리직 '물품검수 및 창고운반(74%)' 그리고 청소직 '청소(12%)' 로 나타났다.

## IV. 고 찰

PATH-KOSHA 버전을 이용하여 일부 병원 비정형작업 근로자를 대상으로 MSD 위험요인의 노출수준을 평가했다. PATH 관찰치 전체, 직종그룹별 및 작업항목에 대한 노출평가 결과가 다양하게 나타났으며, 특히 신체부위에 따라 얻어진 비중립자세 및 반복동작의 관찰시간비율이 50%를 초과한 경우는 손목굽힘/휨(53%)과 손동작수준 범주2(55%)이었다.

일반적으로 노출평가는 요인의 빈도(frequency), 기간(duration) 및 강도(intensity)에 관한 정보를 수집해서 요인에 노출된 특징을 파악하는 활동이다. MSD 위험요인 노출평가는 MSD 위험요인에 대한 노출평가 과정을 말하며, 자주 노출평가 결과를 바탕으로 대책을 마련하여 제시하는 부분까지 포함한다. 근로자 또는 작업에 대한 노출평가 결과의 정확성은 적합한 작업분석뿐만 아니라 신뢰도 및 타당도가 높은 인간공학적 노출평가 방법을 이용할 때 높아진다.

비정형작업은 비제조업에서 매우 흔하게 관찰되지만 제조업에도 존재하며, 정형작업에 비해 작업패턴과 근로자의 작업동작 유형이 더 복잡하고 다양하기 때문에 MSD 위험요인의 노출평가를 위한 전략이 필요하다. 특정 비정형작업을 위한 노출평가 전략은 문헌을 고찰하고 유사 업종 및 직종 비정형작업 근로자에 대해 조사한 자료를 검토하면서 수립될 경우 더 유용하고 효과적으로 활용될 것이다. 정형작업은 4-5사이클 정도만으로도 작업내용을 분석할 수 있다고 했으며(정병용과 이동경, 2005), 요리사 등 비정형작업 근로자의 작업에 대해 20-30분정도라도 근골격계의 부하를 포착할 수 있다고 했다(Fransson-Hall et al., 1995). 그러나 정형작업은 단 시간(예, 15분) 동안 자료를 수집하고 비정형작업은 장시간(예, 적어도 60분) 동안 자료를 수집하되 조사대상 작업의 공정과 부대작업을 포함하여 업무분석을 병행하면서 노출평가를 하는 것이 바람직하다. Gold et al.(2006)은 정형작업 유형과 비정형작업 유형의 어떤 업무에 대해서도 비교 가능하

면서 편차가 없는 노출추정치를 확보 수 있는 가장 효율적인 접근방법으로서 작업샘플링법을 사용토록 권장하였다. Pape(1992)는 비정형작업이 포함된 업무를 분석할 때 작업샘플링법은 시간연구방법(time study-based methods) 보다 유용성이 더 크다고 했다. 직접관찰법은 비디오촬영법을 통해 수집된 관찰추정치로 인해 과생되는 문제점을 극복할 수 있으며(Fransson-Hall et al., 1995; Keyserling, 1986), 비디오촬영법보다 자료 분석을 위한 시간과 노동 절약효과가 더 크다.

본 연구는 업무분석을 통해 병원근로자의 업무유형을 크게 5가지로 구분하였으며, 비정형작업과 정형작업을 바탕으로 어떤 직무이든 그 중 하나에 분류된다고 가정했다. 직무는 고정된 길이의 사이클로 구성되어 있다고 가정하지 않은 것이 중요한데 이런 가정으로 인해 조사과정에서 중요한 직무(예, 위험성이 큰 노출이 포함된 간헐적 직무)를 누락시킬지 모르기 때문이었다(Gold et al., 2006). 본 연구대상자의 업무유형은 모두 '사이클 및 비사이클 작업으로 혼합구성된 업무' 로 나타났는데 이런 결과는 Park et al.(2009a)이 보고한 연구결과와 유사한 것으로 나타났다.

본 연구에서 연구대상자 전체 또는 직종그룹에 대한 노출평가 결과는 다른 연구의 보고결과와 노출양상이 전체적으로 유사했으나 일부 항목에 대해서는 차이가 있었다. Park et al.(2006)은 미국 Boston지역에 있는 한 종합병원 임상실험실 근로자를 대상으로 실시한 인간공학적 노출평가 결과를 보고했는데 상지의 부적합자세와 손동작의 반복에 대한 노출양상이 본 연구결과와 전체적으로 유사했다. 그러나 손목굽힘/휨이 73%였고 손동작수준 범주2가 60.8%로 나타나 본 연구의 결과보다 각각 높았다. 김대성 등(2009)은 호텔업 요리직 및 청소직 근로자를 대상으로 실시한 연구결과를 보고했는데 MSD 위험요인 노출 양상에 있어서 큰 차이를 보이지 않았으나 손목굽힘/휨이 74%로 나타났고 손동작수준 범주2가 47%로 나타나 본 연구결과와 차이를 보였다. 동일 업종 근로자라 하더라도 직종그룹별로 PATH 위험요인 항목에 따라 노출 특징에 차이가 나타났는데(Tables 2 및 3), 이런 점은 노출 과정에 직종별 업무특성이 반영되었기 때문일 것이다.

한편, 직종그룹별 작업항목의 노출수준은 근로자 개인과 단체의 직무(job)를 구성하는 작업들(tasks)의 비율과 이들에 노출되는 특징에 관한 정량적인 정보를 제공한다는 점이 주목되었다. 다시 말하면, PATH-KOSHA 도구를 이용할 경우 자세, 손동작 반복성, 취급무게, 중량물취급 및 진동 등에 관한 노출 정보이외에도 '작업' 에 관한 정보를 파악할 수 있음을 보였다. 직종그룹별 작업항목의 노출평가에서 간호직, 기술직 및 청소직의 작업항목 중 기타가 51~88%로 나타났다. 이런 점은 직종그룹별로 참여한 근로자의 수가 다르고 개인에 따라 수행한 작업의 종류가 다양하여 대표성이 없거나 부

족한 작업항목은 기타로 묶었기 때문이었다.

본 연구의 대상자는 우리나라 병원 근로자를 대표하지 않는다. 숫자적으로 볼 때 병원업 근로자의 일부에 지나지 않으나 한 종합병원 근로자 전체를 대상으로 박정근 등(2008b)이 분류한 직무/직업 그룹 측면에서 볼 때 5개 그룹 중 4개에 포함되었다. 이것은 본 연구가 어떤 특정 집단을 대상으로 MSD 위험요인 노출수준의 실태를 평가하려 했던 것이 아니라 병원업 비정형작업 근로자를 대상으로 노출평가 사례연구를 시도한 것이었기 때문이다. 물론 사례연구라 하더라도 연구대상자 선정 과정에서 무작위 및 층화 방법을 시도했던 것은 각각 조사자의 예측으로부터 파생되는 편차를 감소시키고 동시에 관찰추정치의 변이를 감소시키기 위함이었다(Pape, 1992). 본 연구에서 진동, 취급무게, 중량물취급 유형 등 일부 항목에 대한 노출 변이가 적거나 없는 것으로 나타났다는데 더욱 다양한 직종과 작업을 대상으로 추가적인 연구가 필요하다.

#### IV. 결 론

비정형작업의 MSD 위험요인에 대한 노출평가에 널리 이용되고 있는 인간공학적인 도구는 많지 않다. PATH 방법은 비정형작업용으로 개발되어 직접 관찰방식으로 사용되어 왔다. 본 연구는 새롭게 개정된 PATH-KOSHA 버전을 비정형작업 근로자에게 적용하고자 일부 병원근로자를 대상으로 MSD 위험요인에 대해 노출평가를 실시하였다.

PATH-KOSHA 버전을 이용하여 37명의 병원근로자로부터 총 1,992건의 관찰 자료가 수집되었으며, 연구대상자 전체, 직종그룹 및 작업항목 각각에 대해 나타난 노출평가 결과는 다양했다. 연구대상자 전체와 직종그룹에 대한 노출평가에서 제시되었듯이 본 연구대상자들은 말단상지의 작업자세 및 반복성과 관련된 MSD 위험요인에 높게 노출된 것으로 나타났다으며, 이런 점은 다른 연구보고와 유사했다. 직종그룹별로 PATH 위험요인 항목에 따라 나타난 노출평가 결과에 직종별 업무특성이 반영되었을 것이다.

비정형작업 MSD 위험요인의 노출평가에서 직종에 따라 작업에 관한 정보가 적절히 파악될 경우 작업샘플링법의 효과는 더욱 커지게 될 것이며, 작업샘플링법을 적용하는 PATH-KOSHA 도구와 같은 인간공학적인 기법을 활용함으로써 비정형작업 근로자 개인 또는 그룹의 노출평가 결과의 질은 더욱 향상될 것이다. 본 연구를 통해 PATH-KOSHA 도구는 비정형작업 근로자에게 적용될 경우 MSD 위험요인의 노출평가에 관한 다양한 정보를 제공할 수 있음을 보여 주었다. 그런 정보는 법적 근골격계부담작업 유해요인조사나

MSD 예방을 위한 개선활동(예, 인간공학적인 작업환경 개선 또는 MSD 예방관리 프로그램 실시)에 활용될 수 있다. 이런 측면에서 일부 병원근로자를 대상으로 PATH-KOSHA 버전을 적용해서 MSD 위험요인의 노출수준을 평가한 본 연구의 자료는 비정형작업 MSD 예방을 위해 활동하는 사업장의 안전보건관리자, 안전보건관리대행기관 실무자, 인간공학 연구자, 정책담당자에게 유용한 정보가 될 것이다.

#### REFERENCES

- 김대성, 박정근, 한영선. PATH 방법을 이용한 숙박업 비정형 작업 근골격계질환 유해요인 노출평가, 대한인간공학회 춘계학술대회집(CD). 2009
- 대한인간공학회. 근골격계부담작업 정밀실태조사 연구. 한국산업안전공단 용역사업 연구보고서. 2005
- 박정근, 김대성, 김규상, 한영선. 비정형작업 근골격계질환 위험요인 노출평가 개선방안- 보건의료업과 숙박업을 중심으로. 산업안전보건연구원 연구보고서. 보건분야-연구자료. 2008a;2008-121-1435
- 박정근, 김대성, 서경범. 병원근로자의 근골격계질환 증상 특성 및 관리 방안. 대한인간공학회지 2008b;27(3):81-92
- 박정근과 한영선. 비정형작업 근로자의 근골격계질환 위험요인 노출평가: 디지털 PATH-KOSHA 버전의 개발. 대한인간공학회 춘계학술대회집(CD). 2009
- 전국보건의료산업노동조합. 보건의료산업 노동자의 노동환경권 확보를 위한 노조의 정책방향- 건강실태 파악을 중심으로. 노동보건 자료집 2002;2002-1
- 정병용과 이동경. 현대인간공학, 민영사, 2005
- 조권한. 병원종사자의 근골격계질환 증상 유병률과 위험요인. 박사학위논문. 인제대학교 대학원. 2003
- 한국산업안전공단. 2004년 의료기관 보건관리실태조사, 연구원 2005-110-588, 2005
- 한국안전학회. 근골격계부담작업 유해요인조사 이행실태에 관한 연구. 2007년 산업안전보건연구원 용역사업 연구보고서. 보건분야-연구자료. 2007;연구원 2007-124-1055
- Buhholz B, Paquet V, Punnett L, Lee D and Moir S. PATH: A work sampling-based approach to ergonomic job analysis for construction and other non-repetitive work, Applied Ergonomics 1996;27(3):177-187
- Camerino, D., Cesana, G.C., Molteni, G., Vito, G.D., Evaristi, C., et al.. Job strain and musculoskeletal disorders of Italian nurses, Occupational Ergonomics 2001;2:215-223
- Fransson-Hall C, Gloria R, Kilbom A and Winkel J. A portable

- ergonomic observation method (PEO) for computerized on-line recording of postures and manual handling, *Applied Ergonomics* 1995;26:93-100
- Fuortes LJ, Shi, Y., Zhang, M., Zwerling, C., and Schootman, M.. Epidemiology of back injury in university hospital nurses from review of workers' compensation records and a case-control survey, *Journal of occupational medicine* 1994;36:1022-1026
- Gillen, M., Yen, I.H., Trupin, L., Swig, L., Rugulies, R., et al.. The association of socioeconomic status and psychosocial and physical workplace factors with musculoskeletal injury in hospital workers. *Am J Ind Med* 2007;50:245-260
- Gold JE, Park JS, Punnet L. Work routinization and implications for ergonomic exposure assessment 2006;49(1):12-27
- Hignett S and B. Richardson. Manual handling human loads in a hospital: An exploratory study to identify nurses' perceptions. *Applied Ergonomics* 1995;26:221-226
- Janowitz IL, Gillen M, Ryan G, Rempel D, Trupin L, et al.. Measuring the physical demands of work in hospital settings: Design and implementation of an ergonomics assessment, *Applied Ergonomics* 2006;37:641-658
- Karhu S, Kansi P, Kuorinka I. Correcting working postures in industry: A practical method for analysis, *Applied Ergonomics* 1977;8:199-201
- Keyserling WM. Postural analysis of the trunk and shoulders in simulated real time, *Ergonomics* 1986;29(4):569-583
- Moir S, Paquet V, Punnett L, Buchholz B, Wegman D. Making sense of highway construction: A taxonomic framework for ergonomic exposure assessment and intervention research. *Applied Occupational and Environmental Hygiene* 2003;18(4):256-267
- Pape ES. Work sampling In: *Handbook of industrial engineering*, G. Salvendy, Ed., 2nd ed. New York: John Wiley & Sons, Inc.; 1992. p. 1699-1721
- Paquet VL, Punnett L, Buchholz B. Validity of fixed-interval observations for postural assessment in construction work. *Applied Ergonomics* 2001;32:215-224
- Park JK, Boyer J, Tessler J, Perez G, Punnett L. et al., Exposure assessment of musculoskeletal disorder risk factors in hospital work: Inter rater reliability of PATH observations, *Proceedings of Human Factors and Ergonomics Society 49th Annual Meeting*, Orlando, FL, 2005
- Park JK, Boyer J, Tessler J, Casey J, Schemm L, et al. Inter-rater reliability of PATH observations for assessment of ergonomic risk factors in hospital work. *Ergonomics* 2009a;52(7):820-829
- Park JK, Buchholz B, Punnett L, Woskie S. Biomechanical exposure to upper extremity musculoskeletal risk factors in hospital laboratories. *Proceedings of the Korean Society of Occupational Environment and Hygiene summer meeting*, Chunan, Korea, 2006; p. 88-92
- Park JK. Exposure assessment and musculoskeletal disorder risk factors in hospital laboratories. Doctor of Science thesis. Dept. of Work Environment. University of Massachusetts Lowell, USA, 2006
- Park JK, Kim KS, Kim JH, Kim JY. Effects of factors on low back pain symptoms in Korean hospital workers. *Proceedings of the 17th Triennial Congress of International Ergonomics Association(CD)*, Beijing, China, 2009b
- Punnett L and Wegman DH. Work-related musculoskeletal disorders: the epidemiologic evidence and the debate, *Journal of Electromyography and Kinesiology* 2004;14:13-23
- US Bureau of Labor Statistics (USBLS). Number and incidence rate of nonfatal occupational injuries and illnesses involving days away from work by selected worker and case characteristics and musculoskeletal disorders(Table 10a). All United States, private industry 2006. 2008[Cited 2008 February 12]. Available from: <http://www.bls.gov>