

한국 근로자에서의 물리적 인자 및 근무여건과 직업성 손상 간의 관련성

박정훈 · 성주현 · 심창선 · 이찬부 · 박상진 · 이지호* · 이충렬

울산의대 울산대학교병원 직업환경의학교실

Associations between Physical Factors and Working Conditions and Occupational Injuries among Korean Workers

Jung-hun Park · Joo-hyun Sung · Chang-sun Sim ·
Chan-boo Lee · Sang-jin Park · Ji-ho Lee* · Choong-ryeol Lee

*Department of Occupational and Environmental Medicine, Ulsan University Hospital,
University of Ulsan College of Medicine, Ulsan, Korea*

ABSTRACT

Objectives: The aim of this study is to evaluate the association between physical factors, working conditions and occupational injuries among Korean workers.

Methods: We used data from the 2nd Korean Working Conditions Survey, conducted in 2010. A total of 7,114 workers over 15 years of age were selected from among 10,019 Korean workers. The participants were interviewed using questionnaires. A multiple logistic regression model was used to analyze the associations among physical factors, working conditions and occupational injuries.

Results: After the adjustment of socio-demographic factors, the odds ratio of injuries through physical factors such as vibration (adjusted Odds Ratio [aOR] 4.037, 95% CI 2.30-7.09), noise (aOR 4.562, 95% CI 2.64-7.89), high temperature (aOR 3.262, 95% CI 1.86-5.73), and low temperature (aOR 3.358, 95% CI 1.76-6.41) were greater in the exposed group than in the non-exposed group. The odds ratios of occupational injury (aOR 5.272, 95% CI 3.19-8.7 for very high speed work, aOR 3.303, 95% CI 1.95-5.60 for tight deadlines, and aOR 3.641, 95% CI 1.72-7.70 for not enough time to work) increased with increased work demands.

Conclusions: In this study, physical factors such as vibration, noise, and high and low temperatures were significantly correlated with occupational injuries according to the increase in exposure intensity (p for trend <0.001). Also, working conditions such as high-speed work, tight deadlines and insufficient time to work showed significant associations with occupational injuries (p for trend <0.001).

Key words: Korean working conditions survey, noise, occupational injuries, temperature, vibration

I. 서 론

직업성 손상은 업무수행 중 발생한 사고로 인한 신체적 손상을 의미하며, 이로 인해 일차적으로 건강 문제가 발생하고, 이차적으로는 업무지연 및 병가로

인해 사업주 및 해당 근로자는 심각한 정신적 및 사회경제적 피해를 입게 된다(Dembe, 2001; CNAMTS, 2005).

2007년 직업성 손상으로 인해 연차를 사용한 근로자의 비율을 보면 유럽연합 27개국 평균은 2.2%였으

*Corresponding author: Ji-ho Lee, Tel: 052-250-7288, E-mail: oemdoc@naver.com

Dept. of OEM, Ulsan University Hospital, University of Ulsan College of Medicine. 877 Bangeojinsunhwando-ro, Dong-gu, Ulsan 682-714
Received: June 25, 2015, Revised: August 23, 2015, Accepted: August 31, 2015

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

며, 폴란드 1.0%, 영국 1.8%, 독일 1.9%, 이탈리아 2.3%, 스페인 3.1% 순 이었다(Eurostat, EU LFS, 2007). 또 다른 보고서에서는 2007년 유럽연합의 690만 명의 근로자들(3.2%)이 지난 12개월 동안에 직업성 손상을 경험하였다고 보고하였다(Oortwijn et al., 2011).

프랑스 일반건강보험(French general health insurance scheme) 자료에 의하면 2011년 669,914건(발생률 3.6%, 3,830만 손실일)의 직업성 손상이 발생하였고, 이 중 40,986건은 영구적인 장애를 남겼으며, 552건은 치명적인 손상을 남겼다(CNAMTS, 2012). 또한, 2007년 미국의 경우 치명적, 비치명적 직업성 손상 건수가 각각 5,600건, 860만 건 이상으로 추정하였고, 비용도 각각 60억 달러, 1,860억 달러에 달한다는 보고가 있었다(Leigh, 2011).

한편 1998~2011년 기간에 유럽연합 15개국의 표준화 치명적 직업성 손상 발생률은 점진적으로 감소하는 추세를 보였다. 2011년 유럽연합 중 영국은 치명적 직업성 손상 발생률은 근로자 10만 명당 0.74명으로 가장 낮은 치명적 직업성 손상 발생률을 보였고, 독일 0.94명, 이탈리아 1.5명, 스페인 2.16명, 프랑스 2.74명 순이었다(Eurostat, ESAW, 2011).

우리나라의 치명적 직업성 손상 발생률의 경우, 2001년 근로자 10만 명당 14.66명에서, 2009년에는 근로자 10만 명당 10.09명으로 8년간 34.9%의 감소율을 보였다. 그러나 유럽국가에 비하면 여전히 치명적 직업성 손상 발생률이 현저히 높은 수준임을 알 수 있다(Kang & Kwon, 2011).

직업성 손상과 관련되어 있는 위험인자들에는 나이, 성별, 직종, 근무형태, 근무기간, 주 당 근로시간, 수입수준, 교육수준, 사회심리적 요인, 물리적 인자, 음주, 흡연 등이 보고되고 있다. 특히 본 연구에서 살펴보고자 하는 물리적 인자인 진동, 소음, 고온 및 저온은 사업장에서 흔하게 노출되는 대표적인 중요한 유해인자들 중 하나이다. 진동과 관련한 직업성 손상에 대한 연구는 주로 만성 근골격계질환들이 언급되고 있으며, 이 외 소음, 고온 및 저온노출이 직업성 손상과 관련 있음이 여러 해외 연구들에서 보고되고 있다. 소음의 경우 직업적 소음노출과 청력 장애는 사업장 안전에 부정적인 영향을 미치고, 직업성 손상 발생 가능성을 증가시키는 것으로 보고하

고 있다(Amjad-Sardrudi et al., 2012; Girard et al., 2015). 고온 및 저온 영역에서는 14.2~37.7°C에서 1°C 상승할수록 직업성 손상 발생이 0.2%씩 증가한다고 보고하였으며, -0.8°C 이하에서 1°C씩 감소할 때마다 실외 직업성 손상은 2.3% 증가한다고 보고하였다(Morabito et al., 2014; Xiang et al., 2014). 많은 국외 연구들에서는 진동, 소음, 고온 및 저온 등 물리적 인자의 노출과 직업성 손상 증가와의 관련성에 대한 연구가 진행되어 왔다. 그러나 한국 근로자들을 대상으로 이러한 관련성에 대한 연구는 부족한 실정이므로 국내의 대표성이 있는 자료를 이용하여 근로자들의 직업성 손상의 실태를 파악하는 것은 향후 예방 및 관리대책을 마련하는데 매우 중요한 의미를 지닌다.

따라서 본 연구에서는 한국 근로자의 근무여건을 대표할 수 있는 제2차 한국근로환경조사(Second Korean working condition survey, 2010)를 활용하여 직업성 손상과 관련되어 있는 물리적 인자 및 근무여건들을 파악하고자 하였고, 연구 결과를 바탕으로 직업성 손상과 관련이 있는 위험인자들을 관리하여 보다 안전한 근무환경을 조성하는데 기여하고자 한다.

II. 연구대상 및 연구방법

1. 연구대상

본 연구는 산업안전보건공단(Korea Occupational Safety and Health Agency, KOSHA) 산업안전보건연구원(Korea Occupational Safety Health Research Institute, KOSHRI)에서 한국 취업자의 근무환경 조사를 통한 산업안전보건 정책 수립에 활용하기 위해 2010년 6월부터 2010년 10월까지 시행된 제2차 한국 근로환경조사를 바탕으로 이루어졌다. 표본은 2009년 인구 주택 총 조사구에서 먼저 지역, 인구, 도시화 수준, 거주지에 따른 조사구를 층화한 후 각 층에서 조사구 무작위 추출을 시행하였다. 각 조사구 내에서 계통추출을 시행하였고, 응답자는 가구 내에서 한 명의 취업자로 제한하였다. 한국근로환경조사 대상자는 조사기간 일주일 전에 1시간 이상 일한 만 15세 이상의 임금근로자와 비임금근로자 중 자영업자와 사업주를 포함한 취업자로 정하였다. 이와 같이 취업상태에 있는 근로 대상자를 한 가구 당 한 명으

로 제한하여 총 10,019명의 조사 대상자를 선정하였고, 면접원은 설문지를 통해 면접조사를 시행하였다. 본 연구에서는 전체 조사 대상자(10,019명) 중에서 사업장 현장에 거의 영향 받지 않는 자영업자와 사업주 같은 비임금근로자를 제외한 임금근로자 7,114명을 최종 연구 대상으로 선정하였다.

2. 연구방법

본 연구에서 사용된 제2차 한국근로환경조사는 제5차 유럽근로환경조사(Fifth european survey on working conditions)를 참조하여 KOSHA, KOSHRI에서 개발한 설문지로 수행하였다. 이 자료를 활용하여 일반적 특성들과 직업성 손상과의 관련성을 알아보고, 특히 물리적 인자 및 기타 근무여건으로 인한 직업성 손상과의 관련성을 중점적으로 알아보고자 하였다. 일반적 특성에는 나이, 성별, 근속기간, 주 당 근무시간, 고용형태, 수입수준, 교육수준, 직종, 사업장 규모, 흡연, 음주, 교대근무가 포함되었다. 물리적 인자에 대해서는 근로환경조사 설문지 내용을 바탕으로 진동, 소음, 고온 및 저온 노출에 대한 범주는 7개 범주(절대 노출 안됨, 거의 노출 안됨, 근무시간 1/4, 근무시간 절반, 근무시간 3/4, 거의 모든 근무시간, 근무시간 내내)에서 4개 범주(전혀 노출 안됨, 작업시간의 반 이하로 노출, 작업시간의 반 이상으로 노출, 작업시간 중 거의 항상 노출)로 재분류하였다. 근무여건과 관련된 항목들 중 특히 반복업무 주기(Repetitive task period), 매우 빠른 업무속도(Very high speed task) 빈도, 엄격한 업무 마감시간(Tight deadline) 빈도, 업무순서 변경(Change the order of task) 가능여부, 업무방법 변경(Change the method of work) 가능여부, 업무속도 변경(Change the speed of work) 가능여부, 원할 때 휴식가능(Taking a break, if needed) 빈도, 업무 마감까지 충분한 시간적 여유(Enough time to work) 등에 대한 직업성 손상과의 관련성을 구체적으로 알아보았다.

직업성 손상에 대한 여부는 한국근로환경조사 설문지에서 최근 12개월 동안 사업장에서 사고로 인한 손상이 있었는가에 대한 자가 보고를 바탕으로 결정하였다. “있다(Yes)”는 응답을 직업성 손상으로 정의하였다. 직업군은 한국표준직업분류를 기초로 하여 우선 전문기술직(Engineer), 고위관리직(Manager, expert), 사무직

(Office), 판매직(Sales), 서비스직(Service), 숙련직(Skilled worker), 반숙련직(Semi-skilled worker), 미숙련직(Non-skilled worker), 농림어업직(Agriculture and fishing)으로 각각 분류하였다. 처음 분류에서 다시 숙련직, 반숙련직 및 미숙련직을 묶어서 장비조작자(Operator)로, 판매직과 서비스직도 하나로 묶어서 판매 및 서비스직(Sales and Service)으로 재분류하였다. 고용형태는 상용직(Permanent worker), 임시직(Temporary worker), 일용직(Daily worker)으로 분류하였다. 수입수준은 월수입 100만원 미만, 100만원 이상에서 200만원 미만, 200만원 이상에서 300만원 미만, 300만원 이상 군으로 나누어 분류하였다. 교육수준은 중졸이하, 고졸, 전문대졸, 대졸 이상 군으로 나누어 분류하였다. 사업장 규모는 근로자 수를 근거로 100명 미만, 100명 이상부터 1,000명 미만, 1,000명 이상, 무응답 군으로 나누어 분류하였다. 흡연은 전혀 피운 적이 없는 군과 평생동안 흡연량이 5갑 미만인 군을 합쳐 비흡연군으로, 5갑 이상 피운 군을 흡연군으로 분류하였다. 음주는 주 4회 이상, 주 2-3회, 월 2-4회, 월 1회 미만, 전혀 안 마시는 군으로 나누어 분류하였다. 설문지에서 표준근무에서 벗어나는 모든 비표준근무를 교대근무로 정의하였고, 교대근무를 묻는 항목에 “예(Yes)”라고 대답한 대상자를 교대근무자로 정의하였다.

3. 통계분석

제2차 한국근로환경조사 설문지를 통해 얻은 자료는 SPSS ver. 21(IBM SPSS Inc., Chicago, IL)을 이용해 분석하였다. 직업성 손상 유무를 바탕으로 일반적 특성들에 대해 빈도분석 및 카이제곱 검정을 시행하였으며, 직업성 손상과 관련하여 본 연구에서 중점적으로 알아보고자 하는 물리적 인자 및 기타 근무여건에 대해서도 빈도 분석 및 카이제곱 검정을 시행하였다. 그리고 일반적 특성들 중에서 직업성 손상과의 관련성에서 통계적으로 유의한 의미를 보인 변수들(나이, 성별, 주 당 근무시간, 고용형태, 교육수준, 직종, 사업장 규모, 흡연, 음주)을 보정한 물리적 인자 및 기타 근무여건과 직업성 손상과의 관련성을 확인하기 위하여 다중 로지스틱 회귀분석을 사용하였다. 분석에서 보정 전 및 보정 후 비차비(Odds ratio)를 구하였고, 카이제곱 추세 검정을 시행하여 경향성을 파악하였다. 통계적 유의 수준은 0.05로 하

였으며, 이보다 낮을 때 유의한 것으로 판단하였다.

III. 연구결과

1. 일반적 특성과 직업성 손상과의 관련성

연구 대상자의 일반적 특성과 직업성 손상에 관한 일반적 특성을 Table 1로 정리하였다. 전체 연구 대상자 7,114명 중 152명(2.14%)이 직업성 손상을 자가 보고하였다. 직업성 손상군의 연령(43.51 ± 11.39 세)이 비직업성 손상군의 연령(40.80 ± 12.36 세)보다 더 높았다(p value=0.007). 남성(2.9%)이 여성(1.1%)보다 직업성 손상 비율이 2.6배 더 높았다(p value<0.001). 직업성 손상군(6.37 ± 8.02 년)과 비직업성 손상군(5.68 ± 6.98 년)의 근무기간은 통계적으로 유의한 차이가 없었다(p value=0.292). 직업성 손상군(51.70 ± 16.58 시간)이 비직업성 손상군(44.86 ± 13.72 시간)보다 더 긴 주당 근무시간을 보였다(p value<0.001). 상용직, 임시직 및 일용직은 각각 2.0%, 2.1%, 3.8%의 직업성 손상 비율을 보였다(p value=0.021). 월수입 100만원 미만, 100만원에서 199만원, 200만원에서 299만원, 300만원 이상 군은 각각 1.9%, 2.2%, 2.3%, 2.2%의 직업성 손상 비율을 보여 수입수준에 따른 직업성 손상 비율에 있어 유의한 차이가 없었다(p value=0.889). 중졸 이하, 고졸, 전문대졸, 대졸이상은 각각 2.9%, 2.6%, 2.3%, 1.1%의 직업성 손상을 보여 고학력일수록 직업성 손상 비율이 감소하였다(p value=0.001). 사무직, 전문기술직, 고위관리직, 판매 및 서비스직, 장비조작자, 농림어업직은 각각 0.6%, 1.4%, 1.5%, 1.9%, 3.4%, 6.9%의 직업성 손상 비율을 보였다. 농림어업직과 장비조작자가 다른 직군보다 직업성 손상 비율이 높았다(p value<0.001). 근로자수 99명 이하인 사업장, 100명 이상에서 999명 사업장, 1000명 이상인 사업장은 각각 2.4%, 1.0%, 1.0%의 직업성 손상 비율을 보였다(p value=0.017). 근무형태에 따른 비교에서 교대근무자와 비교대근무자의 직업성 손상 비율은 각각 2.2%, 2.1%로 유의한 차이가 없었다(p value=0.917). 흡연군(3.3%)은 비흡연군(1.3%)보다 2.5배 더 높은 직업성 손상 비율을 보였다(p value<0.001). 음주가 주 4회 이상인 군, 주 2~3회 군, 월 2~4회 군, 월 1회 미만인 군, 전혀 마시지 않는 군은 각각 5.6%, 2.6%, 1.7%, 2.9%, 1.0%의 직업성 손상 비율을 보였고 유의한 차이를 보였다(p value<0.001).

2. 물리적 인자와 직업성 손상과의 관련성

물리적 인자와 직업성 손상과의 관련성을 확인하기 위해 물리적 인자에 해당하는 진동, 소음, 고온 및 저온 노출 정도에 따른 직업성 손상 발생 비율을 살펴보았다(Table 2).

진동에 전혀 노출되지 않은 군, 작업시간의 반 이하로 진동에 노출되는 군, 작업시간의 반 이상으로 진동에 노출되는 군, 작업시간 중 거의 항상 진동에 노출 되는 군은 각각 1.0%, 2.3%, 5.9%, 5.3%의 직업성 손상 비율을 보였다. 진동 노출이 많을수록 직업성 손상 발생 비율이 증가하는 경향을 보였다(p for trend<0.001).

소음의 경우 전혀 노출되지 않은 군, 작업시간의 반 이하로 소음에 노출되는 군, 작업시간의 반 이상으로 소음에 노출되는 군, 작업시간 중 거의 항상 소음에 노출 되는 군은 각각 1.0%, 2.5%, 4.1%, 6.9%의 직업성 손상 비율을 보였다. 소음 노출이 많을수록 직업성 손상 발생 비율이 증가하는 경향을 보였다(p for trend<0.001).

고온의 경우 노출되지 않은 군, 작업시간의 반 이하로 고온에 노출되는 군, 작업시간의 반 이상으로 고온에 노출되는 군, 작업시간 중 거의 항상 고온에 노출 되는 군은 각각 1.0%, 2.5%, 7.3%, 4.7%의 직업성 손상 비율을 보였다. 고온 노출이 많을수록 직업성 손상 발생 비율이 증가하는 경향을 보였다(p for trend<0.001).

저온의 경우 전혀 노출되지 않은 군, 작업시간의 반 이하로 저온에 노출되는 군, 작업시간의 반 이상으로 저온에 노출되는 군, 작업시간 중 거의 항상 저온에 노출되는 군은 각각 1.5%, 2.7%, 5.2%, 7.1%의 직업성 손상 비율을 보였다. 저온 노출이 많을수록 직업성 손상 발생 비율이 증가하는 경향을 보였다(p for trend<0.001).

3. 근무여건과 직업성 손상과의 관련성

근무여건과 직업성 손상과의 관련성을 확인하기 위해 반복업무 주기, 매우 빠른 업무속도 빈도, 엄격한 마감시간 빈도, 업무순서 변경 가능여부, 업무방법 변경 가능여부, 업무속도 변경 가능여부, 원할 때 휴식가능 빈도, 업무 마감까지 충분한 시간적 여유 등에 대해서 직업성 손상 발생 비율을 살펴보았다

Table 1. General characteristics of study subjects by occupational injuries

Variables		Occupational injury		p-value
		Yes(N=152)	No(N=6,962)	
Age(years) [*]		43.51±11.39	40.80±12.36	0.007
Tenure(years) [*]		6.37±8.02	5.68±6.98	0.292
Working hour per week(hours) [*]		51.70±16.58	44.86±13.72	<0.001
Gender [†]	Female	34(1.1)	2,981(98.9)	<0.001
	Male	118(2.9)	3,981(97.1)	
Employment type [†]	Permanent	109(2.0)	5,371(98.0)	0.021
	Temporary	23(2.1)	1,057(97.9)	
	Daily	20(3.8)	534(96.2)	
Income (10,000 won/month) [†]	≤99	25(1.9)	1,317(98.1)	0.889
	100~199	53(2.2)	2,400(97.8)	
	200~299	35(2.3)	1,519(97.7)	
	≥300	39(2.2)	1,726(97.8)	
Education [†]	≤Middle school	29(2.9)	957(97.1)	0.001
	High school	77(2.6)	2,900(97.4)	
	College	21(2.3)	887(97.7)	
	≥University	25(1.1)	2,218(98.9)	
Occupation [†]	Manager, expert	1(1.5)	64(98.5)	<0.001
	Office	11(0.6)	1,787(99.4)	
	Sales and service	31(1.9)	1,635(98.1)	
	Agriculture and fishing	2(6.9)	27(93.1)	
	Engineer	9(1.4)	647(98.6)	
	Operator	90(3.4)	2,537(96.6)	
	Unknown	8(2.4)	329(97.6)	
Workplace size [†]	≤99	131(2.4)	5,365(97.6)	0.017
	100~999	10(1.0)	947(99.0)	
	≥1000	4(1.0)	387(99.0)	
	Unknown	7(3.0)	263(97.0)	
Smoke [†]	No	55(1.3)	4,158(98.7)	<0.001
	Yes	97(3.3)	2,804(96.7)	
Drinking frequency [†]	No	19(1.0)	1,954(99.0)	<0.001
	≤1/month	32(2.9)	1,059(97.1)	
	2~4/month	32(1.7)	1,808(98.3)	
	2~3/week	47(2.6)	1,752(97.4)	
	≥4/week	23(5.6)	388(94.4)	
Shift work [†]	No	135(2.1)	6,201(97.9)	0.917
	Yes	17(2.2)	760(97.8)	

^{*}Student t-test

[†]Chi-square test

Table 2. Occupational injury according to physical factors

N(%)

	Variables	Occupational injury		p-value
		Yes(N=152)	No(N=6,962)	
Physical factors	Vibration [†]			
	Never	39(1.0)	3,957(99.0)	<0.001
	Under half	46(2.3)	1,873(97.7)	
	Above half	37(5.9)	591(94.1)	
	Almost all	30(5.3)	541(94.7)	
	p for trend	<0.001		
	Noise [†]			
	Never	38(1.0)	3,712(99.0)	<0.001
	Under half	54(2.5)	2,147(97.5)	
	Above half	30(4.1)	698(95.9)	
	Almost all	30(6.9)	404(93.1)	
	p for trend	<0.001		
	High temperature [†]			
	Never	44(1.0)	4,170(99.0)	<0.001
	Under half	49(2.5)	1,874(97.5)	
	Above half	37(7.3)	469(92.7)	
	Almost all	22(4.7)	449(95.3)	
	p for trend	<0.001		
	Low temperature [†]			
	Never	72(1.5)	4,632(98.5)	<0.001
Under half	52(2.7)	1,883(97.3)		
Above half	15(5.2)	276(94.8)		
Almost all	13(7.1)	171(92.9)		
p for trend	<0.001			

[†] Chi-square test

(Table 3).

반복업무 주기 기준을 1분으로 정하였을 때, 1분 이내 주기의 업무(3.8%)는 1분 초과 주기의 업무(1.9%)보다 직업성 손상 비율이 더 높았다. 또한 그 기준을 10분으로 정하였을 때에도 10분 이내 주기의 업무(4.9%)는 10분 초과 주기의 업무(1.8%)보다 직업성 손상의 비율이 더 높았다(*p* value<0.001).

매우 빠른 업무속도로 작업을 해야 하는 경우가 전혀 없는 군(Never), 작업시간의 반 이하로 해당하는 군(Under half), 작업시간의 반 이상으로 해당되는 군(Above half), 작업시간 거의 항상 해당되는 군(Almost all)은 각각 1.2%, 2.0%, 3.4%, 7.2%의 직업

성 손상 비율을 보여 매우 빠른 업무속도로 작업을 해야 하는 경우가 많을수록 직업성 손상 비율이 증가하는 추세를 보였다(*p* for trend<0.001).

작업 시 엄격한 마감시간이 전혀 없는 군(Never), 작업시간의 반 이하로 해당하는 군(Under half), 작업시간의 반 이상으로 해당되는 군(Above half), 작업시간 거의 항상 해당되는 군(Almost all)은 각각 1.3%, 2.1%, 4.3%, 5.2%의 직업성 손상 비율을 보여 작업 시 엄격한 마감시간에 쫓기는 경우가 많을수록 직업성 손상 비율이 증가하는 추세를 보였다(*p* for trend<0.001).

업무 마감까지 충분한 시간적 여유가 전혀 없는

Table 3. Occupational injury according to working conditions

		Occupational injury		N(%)
	Variables	Yes(N=152)	No(N=6,962)	p-value
		Working conditions	Repetitive task period [†]	
≤1 minute	32(3.8)		804(96.2)	<0.001
>1 minute	120(1.9)		6,158(98.1)	
Repetitive task period [†]				
≤10 minute	33(4.9)		640(95.1)	<0.001
>10 minute	119(1.8)		6,322(98.2)	
Very high speed task [†]				
Never	38(1.2)		3,213(98.8)	<0.001
Under half	50(2.0)		2,471(98.0)	
Above half	29(3.4)		814(96.6)	
Almost all	35(7.2)		464(92.8)	
<i>p</i> for trend			<0.001	
Tight deadlines [†]				
Never	44(1.3)		3,316(98.7)	<0.001
Under half	54(2.1)		2,535(97.9)	
Above half	29(4.3)		651(95.7)	
Almost all	25(5.2)		460(94.8)	
<i>p</i> for trend			<0.001	
Change the order of task [†]				
No	82(2.0)		3,933(98.0)	0.473
Yes	71(2.3)		3,028(97.7)	
Change the method of work [†]				
No	76(2.0)		3,746(98.0)	0.352
Yes	76(2.3)		3,216(97.7)	
Change the speed of work [†]				
No	85(2.1)		3,882(97.9)	0.958
Yes	68(2.2)		3,079(97.8)	
Taking a break, if need [†]				
Always	14(2.5)	542(97.5)	0.044	
Most	27(1.7)	1,590(98.3)		
Sometimes	34(1.6)	2,031(98.4)		
Rarely	50(2.5)	1,969(97.5)		
Never	27(3.2)	830(96.8)		
<i>p</i> for trend		0.046		
Enough time to work [†]				
Always	15(1.8)	807(98.2)	<0.001	
Most	45(1.6)	2,760(98.4)		
Sometimes	43(1.8)	2,325(98.2)		
Rarely	32(3.5)	885(96.5)		
Never	18(8.9)	184(91.1)		
<i>p</i> for trend		<0.001		

[†] Chi-square test

군(Never), 별로 없는 군(Rarely), 때때로 있는 군(Sometimes), 거의 모든 시간 있는 군(Most), 항상 있는 군(Always)은 각각 8.9%, 3.5%, 1.8%, 1.6%, 1.8%의 직업성 손상 비율을 보였다. 업무 마감까지 충분한 시간적 여유가 많을수록 직업성 손상의 비율은 감소하는 추세를 보였다(p for trend<0.001).

원할 때 휴식 가능한 경우가 전혀 없는 군(Never), 별로 없는 군(Rarely), 때때로 있는 군(Sometimes), 거의 항상 있는 군(Almost), 항상 있는 군(Always)은 각각 3.2%, 2.5%, 1.6%, 1.7%, 2.5%의 직업성 손상 비율을 보여 원할 때 휴식가능 빈도가 증가할수록 직업성 손상 비율이 감소하는 추세를 보였다(p for trend=0.046).

업무순서 변경 불가능한 군(2.0%)과 업무순서 변경 가능한 군(2.3%)을 비교하였을 때, 직업성 손상 비율에 있어 유의한 차이가 없었다(p value=0.473). 업무방법 변경 불가능한 군(2%)과 업무방법 변경 가능한 군(2.3%)을 비교하였을 때, 직업성 손상 비율에

있어서 유의한 차이는 없었다(p value=0.352). 또한 업무속도 변경 불가능한 군(2.1%)과 업무속도 변경 가능한 군(2.2%)을 비교하였을 때, 직업성 손상 비율에 있어서 유의한 차이가 없었다(p value=0.958).

4. 교란변수를 보정한 물리적 인자와 직업성 손상과의 관련성

일반적 특성들 중에서 직업성 손상과 유의한 관련성이 있던 나이, 성별, 고용형태, 주 당 근무시간, 직종, 사업장 규모, 교육수준, 흡연 및 음주에 대해 보정한 후, 본 연구에서 특별히 보고자 하는 물리적 인자와 직업성 손상과의 관련성을 다중 로지스틱 회귀 분석을 이용하여 보정한 비차비(adjusted odds ratio, aOR)를 구하였다(Table 4).

진동에 전혀 노출되지 않은 군을 기준으로 작업시간의 반 이하로 진동에 노출되는 군, 작업시간의 반 이상으로 진동에 노출되는 군, 작업시간 중 거의 항상 진동에 노출되는 군의 aOR(95% CI)은 각각 1.921

Table 4. Associations between physical factors and occupational injury

	Variables	OR(95% CI)	aOR [†] (95% CI)
Physical factors	Vibration		
	Never	1.000	1.000
	Under half	2.430(1.58-3.74)	1.921(1.20-3.07)
	Above half	6.325(4.01-9.98)	4.079(2.40-6.93)
	Almost all	5.584(3.45-9.04)	4.037(2.30-7.09)
	Noise		
	Never	1.000	1.000
	Under half	2.518(1.66-3.83)	1.957(1.24-3.08)
	Above half	4.293(2.64-6.97)	2.956(1.73-5.06)
	Almost all	7.301(4.47-11.93)	4.562(2.64-7.89)
	High temperature		
	Never	1.000	1.000
	Under half	2.463(1.64-3.71)	2.184(1.41-3.39)
	Above half	7.428(4.75-11.61)	5.407(3.32-8.82)
	Almost all	4.605(2.74-7.75)	3.262(1.86-5.73)
	Low temperature		
Never	1.000	1.000	
Under half	1.756(1.22-2.52)	1.649(1.13-2.41)	
Above half	3.581(2.04-6.29)	2.388(1.30-4.39)	
Almost all	4.887(2.66-8.98)	3.358(1.76-6.41)	

[†] Odds ratios and 95% confidence intervals adjusted for age, gender, employment type, education, occupation, tenure, workplace size, smoke and drinking

(1.20-3.07), 4.079(2.40-6.93), 4.037(2.30-7.09)의 값을 보였다.

소음의 경우, 전혀 노출되지 않은 군을 기준으로 작업시간의 반 이하로 소음에 노출되는 군, 작업시간의 반 이상으로 소음에 노출되는 군, 작업시간 중 거의 항상 소음에 노출되는 군의 aOR(95% CI)은 각각

1.957(1.24-3.08), 2.956(1.73-5.06), 4.562(2.64-7.89)의 값을 보였다.

고온의 경우, 전혀 노출되지 않은 군을 기준으로 작업시간의 반 이하로 고온에 노출되는 군, 작업시간의 반 이상으로 고온에 노출되는 군, 작업시간 중 거의 항상 고온에 노출되는 군의 aOR(95% CI)은 각각

Table 5. Associations between working conditions and occupational injury

Variables		OR(95% CI)	aOR [†] (95% CI)
Working conditions	Repetitive task period		
	≤1 minute	1.000	1.000
	>1 minute	2.009(1.35-2.99)	2.104(1.38-3.22)
	Repetitive task period		
	≤10 minute	1.000	1.000
	>10 minute	2.742(1.85-4.06)	2.376(1.56-3.63)
	Very high speed task		
	Never	1.000	1.000
	Under half	1.710(1.12-2.61)	1.553(0.99-2.43)
	Above half	2.995(1.83-4.89)	2.407(1.43-4.04)
	Almost all	6.472(4.06-10.33)	5.272(3.19-8.70)
	Tight deadlines		
	Never	1.000	1.000
	Under half	1.648(1.1-2.46)	1.462(0.96-2.22)
	Above half	3.318(2.06-5.36)	2.539(1.53-4.21)
	Almost all	4.100(2.48-6.77)	3.303(1.95-5.60)
	Change the order of task		
	No	1.000	1.000
	Yes	0.894(0.65-1.23)	0.956(0.68-1.34)
	Change the method of work		
	No	1.000	1.000
	Yes	0.855(0.62-1.18)	0.869(0.62-1.22)
	Change the speed of work		
	No	1.000	1.000
	Yes	1.006(0.73-1.39)	1.046(0.74-1.47)
	Taking a break, if needed		
	Always	1.000	1.000
	Most	0.639(0.33-1.22)	0.513(0.26-1.01)
Sometimes	0.638(0.34-1.19)	0.539(0.28-1.02)	
Rarely	0.963(0.53-1.75)	0.619(0.33-1.15)	
Never	1.255(0.66-2.40)	0.829(0.42-1.65)	
Enough time to work			
Always	1.000	1.000	
Most	0.878(0.49-1.59)	0.802(0.44-1.47)	
Sometimes	1.009(0.56-1.83)	0.721(0.39-1.34)	
Rarely	1.957(1.05-3.65)	1.439(0.75-2.74)	
Never	5.308(2.62-10.75)	3.641(1.72-7.70)	

[†] Odds ratios and 95% confidence intervals adjusted for age, gender, employment type, education, occupation, tenure, workplace size, smoke and drinking

2.184(1.41-3.39), 5.407(3.32-8.82), 3.262(1.86-5.73)의 값을 보였다.

저온의 경우에도 역시 전혀 노출되지 않은 군을 기준으로 작업시간의 반 이하로 저온에 노출되는 군, 작업시간의 반 이상으로 저온에 노출되는 군, 작업시간 중 거의 항상 저온에 노출되는 군의 aOR(95% CI)은 각각 1.649(1.13-2.41), 2.388(1.3-4.39), 3.358(1.76-6.41)의 값을 보였다.

5. 교란변수를 보정한 근무여건과 직업성 손상과의 관련성

일반적 특성들 중에서 직업성 손상과 유의한 관련성이 있던 나이, 성별, 고용형태, 주 당 근무시간, 직종, 사업장 규모, 교육수준, 흡연 및 음주에 대해 보정한 후 본 연구에서 특별히 살펴보고자하는 몇몇 기타 근무여건과 직업성 손상과의 관련성을 다중 로지스틱 회귀분석을 이용하여 보정한 비차비(adjusted odds ratio, aOR)를 구하였다(Table 5).

반복업무의 경우 1분 이내 주기를 기준으로 할 때 1분을 초과하는 주기의 업무는 aOR 2.104(95% CI 1.38-3.22)였고, 10분 이내 주기를 기준으로 할 때는 10분 초과하는 주기의 업무는 aOR 2.376(95% CI 1.56-3.63)였다.

매우 빠른 업무속도로 작업을 해야 하는 경우가 전혀 없는 군을 기준으로 작업시간의 반 이하로 해당하는 군, 작업시간의 반 이상으로 해당하는 군, 작업시간 거의 항상 해당하는 군의 직업성 손상의 aOR(95% CI)은 각각 1.553(0.99-2.43), 2.407(1.43-4.04), 5.272(3.19-8.70)였다.

작업 시 엄격한 마감시간이 전혀 없는 군을 기준으로 작업시간의 반 이하로 해당하는 군, 작업시간의 반 이상으로 해당하는 군, 작업시간 거의 항상 해당하는 군의 직업성 손상의 aOR(95% CI)은 각각 1.462(0.96-2.22), 2.539(1.53-4.21), 3.303(1.95-5.60)였다.

업무 마감까지 항상 충분한 시간적 여유가 있는 군을 기준으로 거의 모든 시간에 해당하는 군, 때때로에 해당하는 군, 별로 그렇지 않은 군, 전혀 해당하지 않는 군의 직업성 손상의 aOR(95% CI)은 각각 0.802(0.44-1.47), 0.721(0.39-1.34), 1.439(0.75-2.74), 3.641(1.72-7.70)였다.

원할 때 항상 휴식가능한 군을 기준으로 거의 모든

시간에 해당하는 군, 때때로에 해당하는 군, 별로 그렇지 않은 군, 전혀 해당하지 않는 군의 직업성 손상의 aOR(95% CI)은 각각 0.513(0.26-1.01), 0.539(0.28-1.02), 0.619(95% CI 0.33-1.15), 0.829(0.42-1.65)였다.

업무순서 변경 불가능한 군을 기준으로 업무순서 변경 가능한 군의 직업성 손상의 aOR(95% CI)은 0.956(0.68-1.34)였다. 업무방법 변경 불가능한 군을 기준으로 업무방법 변경 가능한 군의 직업성 손상의 aOR(95% CI)은 0.869(0.62-1.22)였다. 업무속도 변경 불가능한 군을 기준으로 업무속도 변경 가능한 군의 직업성 손상의 aOR(95% CI)은 1.046(0.74-1.47)였다. 업무 순서, 방법 및 속도의 변경 가능여부는 직업성 손상과는 유의한 관련성이 없었다.

IV. 고 찰

본 연구를 통해 우리는 한국의 피고용 근로자를 대상으로 직업성 손상과 관련 있는 변수들에 대해 살펴볼 수 있었다. 일반적 특성인 나이, 성별, 고용형태, 주 당 근무시간, 직종, 사업장 규모, 교육수준, 흡연 및 음주에 대해 보정한 후에도 물리적 인자인 진동, 소음, 고온 및 저온에 노출이 많을수록 직업성 손상 위험이 통계적으로 유의하게 증가함을 확인할 수 있었다. 또 일반적 특성을 보정한 후에도 매우 빠른 업무속도 빈도, 엄격한 업무 마감시간 빈도, 업무 마감까지 제공되는 충분한 시간적 여유 정도는 직업성 손상과 유의한 관련성이 있었다.

진동은 일반적으로 만성 근골격계 질환 및 요통을 유발하는 위험인자로 알려져 있다. 특히 높은 직무요구가 필요한 업무 수행 시 진동은 근로자로 하여금 직업성 손상에 훨씬 취약하게 할 수 있다. 또 진동에 오랫동안 노출 시 근육 피로도가 상승하며, 손의 기민성을 떨어뜨리는 것으로 알려져 있다. 이러한 기전으로 진동이 직업성 손상을 유발할 수 있을 것으로 생각된다(Mahbub et al., 2015).

남성 근로자 81,346명을 대상으로 한 소음 추적연구에서 상승된 청력 역치를 가진 90 dB 초과하는 소음에 노출되는 근로자들은 정상 청력의 90 dB 미만의 소음수준에 노출되는 근로자들에 비해 사고 발생 위험이 40%나 더 높게 나타났다(Girard et al., 2004). 뿐만 아니라 정상 청력을 가진 근로자들에게서도 소

음은 사고 위험을 증가시키며, 청력 손실은 사고 중증도와도 관련성이 있음이 확인되었다. 이외 여러 연구에서도 소음은 직업성 손상과 관련 있음을 보고하고 있다(Kjeliberg, 1990; Melamed et al., 1992; Barreto et al., 1997; Berger et al., 2000). 이처럼 사업장 소음이 직업성 손상을 초래하는 기전을 살펴보면 소음은 스트레스 및 피로를 줄 뿐만 아니라 의사소통을 방해하고, 주의 집중 문제 및 기억력 장애를 초래하여 근로자들로 하여금 직업성 손상에 취약하게 만들기 때문이다.

고온환경의 경우 산업현장에서 기온이 14.2~37.7°C에서 1°C 상승할수록 직업성 손상 발생이 0.2%씩 증가한다고 보고하였다(Xiang et al., 2014). Adam-Poupart et al.(2015)도 캐나다 퀘벡 16개 지역 모두에서 여름철 야외 기온이 1°C 상승할수록 사고 발생률이 1.002(95% CI 1.002-1.003) 증가함을 보고하였다. 또 Tawatsupa et al.(2013)은 근로자를 대상으로 시행한 연구에서 직업성 열 스트레스를 경험한 근로자들 중 거의 20%가 직업성 손상과 강한 혹은 유의한 관련성이 있음을 보고하였다. 기전적으로 열 스트레스는 생리학적 변화를 초래하여 열 긴장을 발생시킨다. 이러한 열 긴장은 정신적, 신체적 업무 수행 능력을 떨어뜨리고 직업성 손상도 초래할 수 있다. 야외 작업과 관련된 전통적인 위험 직종은 농업, 건설업 및 운송업 등이며, 이 외에도 군인, 광업인, 소방관들이 대표적인 위험 직업이다. 지구 온난화가 더욱 가속화 되어감에 따라 사업장 환경에서의 열 스트레스 노출은 더 많아질 것임을 짐작할 수 있다. 즉 고온 노출과 관련된 직업성 손상은 향후 더욱 집중적으로 논의되어야 할 관심사가 될 것으로 생각된다.

저온환경의 경우 기온이 -0.8°C 이하에서 1°C씩 감소할 때마다 실외 직업성 손상은 2.3% 증가한다고 보고하였다(Morabito et al., 2014). 추운 환경은 도구 및 설비 조작에 있어서 기민성을 감소시킬 수 있다. 더욱이 무겁고 거대한 보호구는 움직임을 방해하고, 협업능력 감소를 초래하여 미끌어짐, 넘어짐, 낙상을 증가시켜 근로자의 안전을 위협할 수 있다(Bell et al., 2000).

본 연구는 몇 가지 장점을 가지고 있다. 첫째, 직업성 손상과 관련한 물리적 인자에 대한 연구는 해외에서는 특정 사업장 및 직업군에서 종종 보고되고

있다. 그러나 국내에서는 아직까지 물리적 인자에 대한 인식이 부족하여 관련 연구가 거의 전무하였다. 본 연구는 국내 사업장에서 흔히 노출될 수 있는 대표적인 물리적 인자들과 직업성 손상과의 그 관련성을 알아보는 출발점이라는데 그 의의가 있다. 둘째, 본 연구는 한국 근로자를 대표할 수 있는 한국근로환경조사 자료를 이용하였기에 특정 사업장이나 직업군 등 소규모 조사에 국한되지 않고 다양한 사업장 및 직업군에 대해 직업성 손상과의 그 관련성을 일반화할 수 있는 장점이 있다.

또한 본 연구는 몇 가지 제한점도 존재한다. 첫째, 연구 특성 상 단면연구의 한계를 벗어나기 어려워 물리적 인자 및 기타 근무여건과 직업성 손상과의 관련성에 있어서 시간적 추세 및 변화를 파악할 수 없었다. 향후에 있을 한국근로환경조사 자료와 제2차 한국근로환경조사 자료를 비교하여 시간에 따른 변화양상을 파악한다면 보다 유용한 정보를 확인할 수 있을 것으로 생각된다. 둘째, 본 연구에 이용된 제2차 한국근로환경조사는 자가 보고 설문 결과를 바탕으로 이루어졌기 때문에 결과 해석에 있어서 주의가 필요하다. 특히 선택 바이어스 존재 가능성에 대해 유의해야 할 것이다. 셋째, 물리적 인자의 노출 범주에 있어서 제 2차 한국근로환경조사 자료 특성상 구체적인 수치를 파악할 수 없어 정밀한 정량적 분석을 시행할 수 없었다. 향후 세부적인 조건 하에서 용량-반응 관계를 확인할 수 있는 구체적인 연구 설계가 필요할 것이다.

우리보다 산업화가 앞선 선진국에서 근래 주목받고 있는 안전 예방 전략이 있다. 다음 세 가지 단계로 구성된다. 첫 번째 단계는 기술적 안전(엔지니어링 개선, 입법 활동, 안전 감시 등)이다. 두 번째 단계는 시스템 안전(산업안전보건 경영시스템, 행정적 관리)이다. 마지막 세 번째 단계는 안전에 대한 전반적인 문화 조성이다. 이 세 가지 단계가 순차적으로 이루어져야 안전한 사업장 환경을 구축하여 사업장 사고 및 손상을 감소시킬 수 있다. 선진국이든 개발도상국이든 특히 소규모 사업장에서 재해율이 높은데, 선진국 및 외국의 경우에도 소규모 사업장에 정부의 자금지원 정책과 공공기관 및 민간기관의 기술지원 등이 실시되었지만 재해율 감소의 효과가 미비하거나 없는 것으로 나타났다. 이후 각 나라별로

재해율을 감소시키기 위한 대처방법에는 약간의 차이는 있으나, 영국, 독일, 일본, 유럽 등에서 공통적으로 진행된 것이 안전문화 확산이다. 소규모 사업장에 필요한 교육프로그램과 자료를 개발하여 의식전환을 위한 교육을 시행한 후에야 재해율 감소 효과를 거둘 수 있었다. 우리나라도 현재 고용노동부 및 산업안전보건공단 감독 하에 근로자건강센터를 운영하고 있다. 향후 이를 적극적으로 활용하여 소규모 사업장에 대한 건강증진 프로그램과 안전 교육에 대한 지속적인 지원이 필요할 것으로 생각된다.

본 연구를 통해 우리는 국내에서 진동, 소음, 고온 및 저온과 같은 물리적 인자와 몇몇 근무여건이 직업성 손상과 관련 있음을 확인할 수 있었다. 이런 결과를 바탕으로 직업성 손상과 관련 있는 물리적 인자 및 근무여건에 대해 좀 더 개선된 근무환경을 조성하도록 하고, 사업주나 관련 기관의 적절한 대응 방안 마련 및 지도 관리가 필요할 것으로 판단된다.

IV. 결 론

직업성 손상과의 관련성에서 대표적인 물리적 인자인 진동, 소음, 고온 및 저온은 모두 노출이 증가할수록 직업성 손상의 발생 위험이 유의하게 더 높아지는 경향을 보였다. 또 근무여건 중 매우 빠른 업무속도, 엄격한 마감시간 업무 및 작업 완료하기에 충분한 시간은 직업성 손상과 유의한 관련성 및 경향성이 확인되었다.

감사의 글

본 연구는 산업안전보건연구원 재해통계분석팀으로부터 근로환경조사 원시자료를 제공 받아 수행한 것으로 이 자리를 빌려 산업안전보건연구원에 감사의 마음을 표합니다. 또한 본 연구의 내용은 연구자의 개인적 견해이며, 산업안전보건연구원의 공식적 견해와 다를 수도 있음을 알려드립니다.

References

Adam-Poupart A, Smargiassi A, Busque MA, Duguay P, Fournier M, et al. Effect of summer outdoor

temperatures on work-related injuries in Quebec (Canada). *Occup Environ Med.* 2015;72:338-345

Amjad-Sardrudi H, Dormohammadi A, Golmohammadi R, Poorolajal J. Effect of noise exposure on occupational injuries: a cross-sectional study. *J Res Health Sci.* 2012;12:101-104

Barreto SM, Swerdlow AJ, Smith PG, Higgins CD. A nested case-control study of fatal work related injuries among Brazilian steel workers. *Occup Environ Med.* 1997;54:599-604

Bell JL, Gardner LI, Landsittel DP. Slip and fall related injuries in relation to environmental cold and work location in above ground coal mining operations. *Am J Ind Med.* 2000;38:40-48

Berger EH, Royster LH, Royster JD, Driscoll DP, Layne M. *The noise manual.* 5th ed. Akron, OH:American Industrial Hygiene Association;2000.

Caisse nationale de l'assurance maladie des travailleurs salarié's(CNAMTS). *Statistiques nationales des accidents du travail, des accidents de trajet et des maladies professionnelle-2003.* Paris: CNAMTS, 2005.

Dembe AE. The social consequences of occupational injuries and illnesses. *Am J Ind Med.* 2001;40:403-417

European Labour Force Survey, 2007. Available from: URL:<http://www.hse.gov.uk/static/european>

European statistics on accidents at work, 2011. Available from:URL:<http://www.hse.gov.uk/static/european>

Girard SA, Leroux T, Courteau M, Picard M, Turcotte F, et al. Occupational noise exposure and noise-induced hearing loss are associated with work-related injuries leading to admission to hospital. *Inj Prev.* 2015; 21:88-92

Girard SA, Picard M, Davis AC, Simard M, Larocque R, et al. Multiple work-related accidents: tracing the role of hearing status and noise exposure. *Occup Environ Med.* 2009;66:319-324

Girard M, Picard M, Simard M, Larocque R, Turcotte F, et al. Work-related accidents associated with noise-induced hearing loss and noisy workplace [paper presented at the 7th World Conference on Injury Prevention and Safety Promotion, Vienna, Austria]; 2004

Kang SK, Kwon OJ. Occupational injury statistics in Korea. *Saf Health Work.* 2011;2:52-56

Kjellberg A. Subjective, behavioral and psychophysiological effects of noise. *Scand J Work Environ Health.* 1990;16:29-38

Leigh JP. Economic burden of occupational injury and

- illness in the United States. *Milbank Q.* 2011;89: 728-72
- Mahbub MH1, Kurozawa Y, Ishitake T, Kume Y, Miyashita K, et al. A systematic review of diagnostic performance of quantitative tests to assess musculoskeletal disorders in hand-arm vibration syndrome. *Ind Health.* 2015 Jun 6. [Epub ahead of print]
- Melamed S, Luz J, Green MS. Noise exposure, noise annoyance and their relation to psychological distress, accident and sickness absence among blue-collar workers-the Cordis Study. *Isr J Med Sci.* 1992;28: 629-635
- Morabito M, Iannuccilli M, Crisci A, Capecchi V, Baldasseroni A, et al. Air temperature exposure and outdoor occupational injuries: a significant cold effect in Central Italy. *Occup Environ Med.* 2014;71: 713-716
- Oortwijn W, Nelissen E, Adamini S, van den Heuvel S, Geuskens G, et al. Health of people of working age. EU. 2011.
- Tawatsupa B, Yiengprugsawan V, Kjellstrom T, Berecki-Gisolf J, Seubsman SA, et al. Association between heat stress and occupational injury among Thai workers: Findings of the Thai Cohort Study. *Ind Health.* 2013;51:34-46
- Xiang J, Bi P, Pisaniello D, Hansen A, Sullivan T. Association between high temperature and work-related injuries in Adelaide, South Australia, 2001-2010. *Occup Environ Med.* 2014;71:246-252