



국민행복시대를 열어갑니다!

투명한 정부! 유능한 정부! 서비스 정부!

공공정보를 공개하여 국민과 소통하겠습니다.

기관간 칸막이를 없애고 서로 협업하여

국민 한 분 한 분에게 맞춤형 서비스를 제공할 것입니다.

행복한
대한민국을 여는
정부 3.0



OSH 안전보건 이슈리포트 ISSUE REPORT

[안전보건 연구동향 Vol.8 No.4, 통권65호]

- 관리자의 안전리더십과 안전문화가 안전행동에 미치는 효과
- 청소년 근로자의 산업재해 특성
- 음식 및 숙박업을 중심으로
- 한국과 유럽의 근로환경 비교 연구
- 근로자 위해요인 노출실태 및 건강문제 호소를 중심으로
- 금속가공유 중 미생물 노출에 따른 호흡기질환 관리 방안
- 신재생에너지 산업과 산업보건 유해인자
- 유방암의 직업적 위험요인 및 평가 방안





산업안전보건연구원은 국내 최고 안전보건 연구인력 및 시험장비를 바탕으로 안전보건 정책·제도에 관한 연구, 위험한 기계를 근원적으로 개선하는 연구, 일하는 공간을 쾌적하게 만드는 연구, 일하는 사람의 건강을 보호하는 연구 그리고 화학물질의 독성과 위험성을 밝히는 연구 등 일하는 사람들의 안전과 건강을 위한 과학적인 연구를 수행하고 있습니다. 또한, 재해발생 예방 및 근원적 안전성 확보를 위해 산업재해 원인분석, 직업병 역학조사, 분석·측정기관 및 석면조사기관 정도관리, 화학물질 유해성·위험성 평가, 화학물질 안전보건 정보 제공, 보호구 및 산업기계 안전인증, 조사연구 등 전문사업을 수행하고 있습니다.

이와 더불어 산업안전보건과 관련하여 시급하고 중요한 국내·외의 다양한 정보와 동향을 선제적으로 파악하여 정부, 학계 등의 안전보건정책 의사 결정자에게 알려드리고 단기 및 중·장기 안전보건 연구과제에 반영하기 위한 목적으로 이슈리포트를 발간합니다.

산업안전보건연구원장 권혁면



3분기호 발간 내용 안내

- ❖ 희토류의 유해성 및 근로자 건강에 미치는 영향
- ❖ 화학물질의 예방적 발암성 평가 및 관리방안
- 일본사례를 중심으로
- ❖ 이제는 준비해야 할 때이다
- 영화방송예술분야 종사자의 보호방안을 위해
- ❖ 산재사망사고에 대한 사업주 책임범위 확대
- ❖ 기술(기계 및 컴퓨터) 사용 증가에 따른 근로환경과 근로자 건강에 미치는 영향력

OSH 안전보건 이슈리포트 ISSUE REPORT

[안전보건 연구동향 Vol.8 No.4, 통권65호]

OCCUPATIONAL SAFETY & HEALTH RESEARCH INSTITUTE



2014년 11월 30일 발행

발행처 : 산업안전보건연구원

발행인 : 권혁면

ISSN 1976-345X

052-703-0816

oshri.kosha.or.kr

CONTENTS

- 관리자의 안전리더십과 안전문화가 안전행동에 미치는 효과.....2
- 청소년 근로자의 산업재해 특성 - 음식 및 숙박업을 중심으로.....8
- 한국과 유럽의 근로환경 비교 연구 - 근로자 위험요인 노출실태 및 건강문제 호소를 중심으로.....14
- 금속가공유 중 미생물 노출에 따른 호흡기질환 관리 방안.....22
- 신재생에너지 산업과 산업보건 유해인자.....28
- 유방암의 직업적 위험요인 및 평가 방안.....35

※ 게재된 내용은 필자의 개인적 견해이며, 우리 연구원의 공식 견해와 다를 수 있습니다.

 본고는 <http://oshri.kosha.or.kr>에서 다운받아 보실 수 있습니다.

관리자의 안전리더십과 안전문화가 안전행동에 미치는 효과

안전보건정책연구실 김영선 연구위원

이재희 연구원

요약문

- **배경 및 문제점:** 산업 재해를 예방하기 위해서는 근로자들의 불안전 행동이 아닌 안전행동을 증가시킬 수 있는 방안에 대한 연구들이 필요하다. 근로자들의 안전행동은 다양한 요인에 영향을 받지만, 최근 근로자의 안전행동에 많은 영향을 미칠 수 있는 변인으로 관리자의 안전리더십과 안전문화가 제언되어 왔다. 따라서 실제로 관리자의 안전 리더십과 안전문화가 안전행동에 미치는지에 대한 검증이 필요하고 또한 관리자의 안전리더십이 조직의 안전문화에 영향을 미치는지 확인해볼 필요성이 있다.
- **목적:** 관리자의 안전리더십과 안전문화가 안전행동에 미치는 효과와 관리자의 안전리더십이 안전문화에 영향을 미치는지 알아보았다.
- **조사 및 분석내용:** 건설업 및 제조업 근로자 219명을 대상으로 관리자의 안전리더십과 안전문화와 안전행동을 측정하였다. 연구결과 관리자의 안전리더십이 높을수록 조직의 안전문화가 높았으며, 또한 안전리더십이 높을수록 근로자의 안전행동이 높은 것으로 나타났다. 또한, 안전문화 역시 안전행동을 향상시키는 것으로 나타났다.
- **정책제언:** 관리자의 안전리더십이 근로자의 안전행동은 물론 안전문화를 향상시키는 것으로 나타났다. 따라서 안전리더십을 고양시킬 수 있는 방안을 마련해야 할 것이다. 관리자의 안전리더십은 전반적인 조직의 안전문화를 향상시키는 것보다 효과적인 것으로 알려져 있기 때문에 안전문화 및 근로자의 안전행동을 향상시키기 위한 통로로 안전리더십 개발을 활용하는 것이 중요하다. 따라서 안전사고 위험이 높은 제조, 건설업 등에 적용할 수 있는 안전리더십 프로그램 혹은 처치기법을 개발하여야 할 것이다.
- **향후 과제:** 장기적인 관점에서 본다면 조직에서는 근로자가 자발적으로 안전의 중요성을 인식하고 안전행동을 할 수 있도록 독려하기 위해서 관리자의 안전리더십 향상과 조직의 안전문화 형성이 이뤄져야 하기 때문에 이와 관련된 주제를 지속적으로 연구할 필요성이 있고 구체적인 안전리더십 향상프로그램 개발과 관련 연구가 필요하다.



I. 배경 및 문제점

산업재해 발생은 국가 전반적인 직·간접적 경제 손실을 유발한다. 2010년 산업재해로 인한 직·간접 손실을 포함한 경제적 손실 추정액은 17조 6천 2백억 원으로 전년대비 1.75%가 증가한 것으로 나타났다(안전보건공단, 2011). 재해자 1명당 약 1억 8천만 원의 경제적 손실을 개인과 기업, 사회에 부담시켰다고 할 수 있다. 또한, 산업재해 발생에 대한 보고가 제대로 이루어지지 않는 점을 고려한다면 실제 경제적 피해액은 더 증가할 것으로 추정된다.

이러한 산업재해 대부분의 원인이 근로자들의 불안전 행동인 것으로 제기되었다. Heinrich, Peterson 및 Ross(1980)의 연구 결과, 불안전 행동이 산업 재해 발생 원인의 88%를 차지하는 것으로 나타났다. 미국의 산업 재해 원인 분석 결과에서도, 전체 사고의 76%가 불안전 행동에 의한 것이었고, 환경 및 행동에 의한 간접적인 부분까지 포함하면 안전사고의 96%가 불안전 행동에 의해 발생하는 것으로 보고되었다.

따라서 산업 재해를 예방하기 위해서는 근로자들의 불안전 행동이 아닌 안전행동을 증가시킬 수 있는 방안에 대한 연구가 필요하다. 비록 근로자들의 안전행동은 다양한 요인에 영향을 받지만(Wu et al., 2011) 최근 근로자의 안전행동에 많은 영향을 미칠 수 있는 변인으로 관리자의 안전 리더십과 조직의 안전문화가 제언된 바 있다(Clark, 2000).

우선 관리자의 안전리더십(safety leadership)에 대해 Peterson(2004)은 “현재 안전 상태를 파악하고 개선하기 위한 비전을 세우고, 비전 달성을 위한 방법을 고안해 내는 총체적인 과정”으로 정의하였다. 그리고 Wu(2005)는 안전리더십이란 “조직의 맥락과 개인적 요소를 고려하여 관리자가 직원들과 상호작용하여 안전 목표를 수립해 나가는 과정”이라고 하였다. 이러한 정의들은 Zohar(2002)의 안전리더십 연구에 기반을 두고 있다. Zohar의 안전 리더십은 근로자의 행동 변화에 초점을 둔 안전 관리 방법과는 달리, 관리자들의 구체적인 안전 관리 행동을 향상시키는 것이 안전 리더십의 핵심요인이라고 강조하였다.

관리자들은 경영진과는 다르게 근로자들과 가까운 곳에서 함께 작업을 하거나 지시, 감독하는 특성을 가지고 있기 때문에 관리자의 안전 관리 행동 및 안전 의식이 작업장의 안전 수준 및 재해에 직접적으로 영향을 주게 된다. Sulzer-Azaroff 등(1987)과 Fellner 등(1984)은 관리계층의 관심이나 동기가 부족하게 되면 사고 예방에 필요한 안전관리 프로그램이 없어질 가능성이 높다고 하였다. 실제 국내 안전 리더십 연구에서도 현장 관리자의 리더십 유형 및 안전의식 수준에 따라 사업장별로 안전 수준 및 사고재해 발생의 차이가 있는 것을 확인할 수 있다.

안전 리더십 이외에 조직 혹은 작업 현장의 안전 문화 역시 근로자들의 안전행동을 증가시키는데 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 있다. 안전 문화에 대한 정의 및 하위 요인들에 대한 주장은

연구자들마다 다르지만, 일반적으로 조직이나 작업장 내에서 근로자들의 안전에 대한 가치와 중요성에 대한 공유된 지각으로 정의된다. 안전 문화는 경영층의 안전에 대한 관심과 방침에 의해 강하게 영향을 받고 조직 내 안전 프로그램의 실행으로 인해 증가될 수 있다.

안전문화는 지난 30년 동안 산업안전 관련 분야에서 꾸준히 연구되어 왔으며 연구 결과, 다양한 분야에서 조직, 혹은 작업장 안전문화가 높을수록 근로자의 안전행동 수준이 높은 것으로 나타났고 사고 감소에도 직접적인 영향을 미치는 것으로 밝혀졌다. 또한, 안전문화의 증가는 근로자들의 안전행동뿐만 아니라 안전과 관련된 태도, 책임, 의사소통, 교육 측면까지 통합적인 영향을 미치는 것으로 밝혀졌다.

한편 안전 리더십과 안전문화의 관계에 대한 연구들을 살펴보면, 관리자의 안전 리더십이 안전문화에 영향을 미친다는 연구결과들이 많다. 이와 관련하여 Wu 등(2008)은 조직의 안전문화는 집단행동 규범(group behavioral norm)의 영향을 받고 이러한 집단행동 규범 형성에 많은 영향을 미치는 것이 관리자의 리더십이라고 하였다. 따라서 관리자가 안전에 대해 강조하고, 안전과 관련된 행동 및 상호작용을 많이 할수록 관리자가 속한 현장, 혹은 조직의 집단행동 규범에서 안전이 우선순위가 되고, 근로자들 역시 이에 따라 현장에서 안전의 가치와 중요성을 인식하게 된다는 것이다.

하지만 관리자의 안전 리더십에 대한 연구는 상대적으로 안전 문화 연구에 비해 미진한 상황이다. 일부 연구에서 안전 리더십에 대해 다뤘지만 기존의 경영 리더십 모델을 그대로 적용하여 안전 리더십으로 사용하였다. 물론 이런 연구들도 현장 안전관리에 도움을 주지만, 유형론(typology)을 바탕으로 한 리더십 이론에 근거를 두기 때문에 리더십 유형별로 직원의 안전 의식에 차이가 있다는 결과만을 제시할 뿐, 산업 재해 원인의 많은 비율을 차지하는 근로자의 안전 행동에 어떤 영향을 미치는지는 밝히지 못했다. 따라서 근로자의 안전행동에 영향을 미칠 수 있는 안전리더십에 대한 연구가 필요하다.



II. 목적

본고에서는 안전관리 행동의 중심인 관리자의 안전리더십과 안전문화가 안전행동에 미치는 효과와 관리자의 안전리더십이 안전문화에 미치는 영향을 살펴보았다.



III. 조사 및 분석 내용

조사 대상

본 연구는 자기보고식(self-report) 설문지를 활용하여 측정 자료들을 수집하였다. 재해 위험이 높은 철강 등의 제조업과 건설업 사업장 근로자 219명을 대상으로 진행하였다.

측정도구 및 분석 방법

조사에서 사용된 문항은 사회인구학적 변인과 안전 문화(Griffin & Neal, 2000), 관리자의 안전 리더십(Zohar, 1980), 안전행동(Griffin & Neal, 2000)이었다. 측정 문항들은 모두 Likert 5점 척도(1: 전혀 그렇지 않다~5: 매우 그렇다)였다. 그리고 각 변인간의 관계성을 파악하기 위해 위계적 회귀분석¹⁾을 실시하였다.

분석결과

분석 결과는 <표 1>에 제시되어 있다. 첫 번째로 성별, 연령, 교육수준, 회사규모, 근로시간, 근속연수, 관리자의 안전리더십이 안전문화에 영향을 미치는지 분석하였다. 분석 결과 근로자가 여자일 경우($\beta = -.453$, $p < .01$), 회사규모($\beta = .197$, $p < .01$)가 클수록 안전문화 수준이 높은 것으로 나타났다. 또한, 관리자의 안전리더십 수준($\beta = .782$, $p < .01$)이 증가할수록 안전문화도 증가하는 것으로 나타났다.

두 번째로 성별, 연령, 교육수준, 회사규모, 근로시간, 근속연수, 관리자의 안전리더십과 안전문화가 근로자의 안전행동에 영향을 미치는지 분석하였다. 분석결과, 근로자가 여자일수록($\beta = -.193$, $p < .01$), 연령($\beta = .232$, $p < .01$)이 높을수록 회사규모($\beta = .203$, $p < .01$)가 클수록 근로자가 안전행동을 잘 준수하는 것으로 나타났다. 그리고 관리자의 안전리더십 수준($\beta = .451$, $p < .01$)이 높을수록, 사업장의 안전문화 수준($\beta = .503$, $p < .01$)이 높을수록 근로자가 작업장에서 안전행동을 잘 준수하는 것으로 나타났다.

1) 위계적 회귀분석이란 종속변수에 영향을 미치는 독립변수들에 대해 기여하는 정도를 파악하기 위해 변수들을 추가하여 위계적 관계를 파악하는 회귀분석 방법이다.

[표1] 안전문화와 안전행동 관련 위계적 회귀분석 결과

변인	안전문화		안전행동	
Step	설명	β (회귀계수)	설명	β (회귀계수)
성별	여자일 경우 안전문화가 증가 (남자 = 1, 여자 = 0)	-.453**	여자일 경우 안전행동의 증가율이 높음 (남자 = 1, 여자 = 0)	-.374**
연령	연령이 안전문화에 영향을 미치지 않았음	.131	연령이 높을수록 안전행동이 증가함	.232**
교육수준	교육수준이 안전문화에 영향을 미치지 않았음	-.116	교육수준이 안전행동에 영향을 미치지 않았음	-.065
회사규모	회사규모가 증가할수록 안전문화가 증가함	.197**	회사규모가 증가할수록 안전행동이 증가함	.203**
근로시간	근로시간이 안전문화에 영향을 미치지 않았음	-.011	근로시간이 안전행동에 영향을 미치지 않았음	-.097
근속연수	근속연수가 안전문화에 영향을 미치지 않았음	.013	근속연수가 안전행동에 영향을 미치지 않았음	.011
안전리더십	안전리더십이 증가할수록 안전문화가 증가함	.782**	안전리더십이 증가할수록 안전행동이 증가함	.451**
안전문화	-	-	안전문화가 증가할수록 안전행동이 증가함	.503**

** : $p < .01$: 영향이 없을 확률이 1% 미만임, * : $p < .05$: 영향이 없을 확률이 5% 미만임



IV. 고찰 및 정책제언

관리자의 안전리더십과 안전문화, 근로자의 안전행동 간의 관계성을 살펴본 결과, 관리자의 안전리더십이 높을수록 안전문화 수준이 높은 것으로 나타났고 근로자의 안전행동이 높아지는 것으로 나타났다. 또한, 안전문화 수준이 높을수록 근로자의 안전행동이 증가하는 것으로 나타났다.

본 연구 결과는 기존의 Wu 등(2008), Zohar(1980)의 연구 결과인 관리자의 안전리더십이 안전문화와 근로자의 안전행동에 정적인 영향을 미친다는 연구결과와 일치한다. 따라서 관리자의 안전리더십을 고양시킬 수 있는 방안을 마련해야 한다는 것이다. 기존 선행 연구 결과들과 본 연구 결과를 종합하면, 안전리더십은 안전행동뿐만 아니라 조직의 안전문화 수준 향상까지 증가시킬 수 있는 것으로 나타났다. 따라서 안전사고 위험 수준이 높은 제조와 건설 등의 분야에서는 안전리더십을 향상시킬 수 있는 교육뿐만 아니라 프로그램 혹은 처치기법을 개발해야 할 것이다.

선행연구에 따르면 관리자의 안전리더십의 핵심행동은 근로자의 안전 관련 행동을 관찰하는 것과 관찰 결과에 대해서 근로자와 현장에서 상호작용(피드백, 칭찬) 하는 것이 안전 향상에 중요한 행동으로 밝혀졌다(Zohar, 2002). 이러한 안전리더십의 핵심 행동을 향상시킬 수 있는 프로그램을 개발해야 할 것이다. 예를 들면 안전리더십 향상을 위한 프로그램으로 자기관리 기법(self management)을 적용해 볼 수 있을 것이다.

자기관리 기법은 일선관리자와 같이 혼자 일하거나 자신의 행동에 대해 관찰이나 처치를 제공해 줄 사람이 없을 때 개인이 목표지향적으로 자신의 행동을 스스로 변화시켜 나가는 처치기법을 의미한다. 자기관리 기법의 효과는 치료 분야나 교육분야의 다양한 실증 연구들에서 오래전부터 입증되어 왔고

최근 들어 산업안전분야에서 적용한 결과 효과적으로 안전문화 및 안전행동을 향상시켰다. 따라서 이러한 구체적인 안전리더십 향상기법이 개발되고 보급되는 것이 필요하다.



V. 향후과제

안전리더십이 근로자의 안전행동 외에 조직의 안전 문화 향상에도 직접적인 영향을 미친다는 결과를 확인하였다. 그리고 안전 리더십이 안전의 중요성이 내재화된 후 나타날 수 있는 안전행동에 직·간접적인 영향을 미치는 것을 확인하였다. 따라서 장기적인 관점에서 본다면 조직에서는 근로자가 자발적으로 안전의 중요성을 인식하고 안전행동을 할 수 있도록 독려하기 위해서 관리자의 안전리더십 향상과 조직의 안전문화 형성이 이뤄져야 하기 때문에 이와 관련된 주제를 지속적으로 연구할 필요성이 있다. 앞서 언급한 자기관리 기법과 같이 구체적으로 안전리더십을 향상시킬 수 있는 방안을 모색해야 할 것이다.



참고문헌

- Clarke, S. (2000). Safety culture: under-specified and overrated?. *International Journal of Management Reviews*, 2(1), 65–90.
- Griffin, M. A., & Neal, A. (2000). Perceptions of safety at work: a framework for linking safety climate to safety performance, knowledge, and motivation. *Journal of occupational health psychology*, 5(3), 347.
- Heinrich, H. W., Peterson, D., Roos, N. (1980). *Industrial accident prevention*, New York: McGraw-Hill.
- Korea Occupational Safety & Health Agency (2010). *Analysis of industrial accident in 2010*.
- Petersen, D. (2004). Leadership & safety excellence: A positive culture drives performance, *Professional Safety*, 49(10), 728–732, 2004.
- Sulzer-Azaroff, B., Fox, C., Moss, S. M., & Davis, J. M. (1987). *Feedback and safety: Involving workers*, Unpublished manuscript, University of Massachusetts, Amherst, 1987.
- Sulzer-Azaroff, B., & Fellner, D. J. (1984). Searching for performance targets in the behavioral analysis of occupational health and safety: An assessment strategy. *Journal of Organizational Behavior Management*, 6(2), 53–65.
- Wu, T. C. (2005). The validity and reliability of safety leadership scale in universities of Taiwan. *International Journal of Technology and Engineering Education*, 2(1), 27–42.
- Wu, T. C., Chang, S. H., Shu, C. M., Chen, C. T., & Wang, C. P. (2011). Safety leadership and safety performance in petrochemical industries: The mediating role of safety climate. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 24(6), 716–721.
- Wu, T. C., Chen, C. H., & Li, C. C. (2008). A correlation among safety leadership, safety climate and safety performance. *Journal of loss prevention in the process industries*, 21(3), 307–318.
- Zohar, D. (2002). Modifying supervisory practices to improve subunit safety: a leadership-based intervention model. *Journal of Applied psychology*, 87(1), 156.

청소년 근로자의 산업재해 특성

- 음식 및 숙박업을 중심으로

안전보건정책연구실 김영선 연구위원

연구기획팀 서동현 연구원

요 약 문

- **배경 및 문제점:** 우리나라의 24세 이하 청소년 취업자수는 2009년에 약 136만 명에서 2013년에는 150만 명으로 약 10.5% 증가했으며, 당분간 24세 이하 취업자수의 증가 추세는 지속될 것으로 예상된다. 청소년 근로자는 취업 경험이 없거나 적고 신체적, 인지적, 감성적 발달 단계에 있으며, 질문하는 것을 망설이거나 작업장의 위험을 잘 인지하지 못하기 때문에 사고 위험에 노출될 가능성이 크지만 우리나라에서는 청소년의 안전보건에 대한 관심과 대책이 부족한 실정이며 관련 조사 및 연구자료도 많지 않다.
- **목적:** 청소년 근로자의 산업재해 실태를 조사하고 그중 재해가 가장 많이 발생하는 대표 업종 하나를 선택하여 그 업종의 청소년 근로자 산업재해 통계 분석을 통해 관련 문제점 및 특성을 파악한 후 산업재해 감소를 위한 안전보건 정책 방향 및 향후 과제를 제안하고자 하였다.
- **조사 및 분석내용:** 최근 5년간의 소업종별 재해자수를 살펴보면 24세 이하 근로자의 경우 음식및숙박업에서 가장 많은 재해가 발생하였고, 전체 24세 이하 재해자수의 40%를 점유하고 있었다. 음식및숙박업에서 청소년 근로자의 재해를 발생형태별로 살펴보면 교통사고와 업무상사고가 대부분을 차지하고 있었다. 24세 이하 근로자 중에서 근속기간 1개월 미만 근로자의 교통사고재해가 전체 24세 이하 교통사고재해자수의 56.1%를 차지하였고, 청소년 근로자의 최근5년간 교통사고에 의한 사망재해자수는 77명으로 전체(153명)의 50.3%를 차지했다.
- **정책제언:** 음식 배달 청소년 근로자의 운전미숙과 교통법규 위반에 의한 이륜차 교통사고재해 예방방안과 18세 미만 근로자를 위한 특별관리가 필요하다 그리고 기계·기구 사용법 등 청소년 근로자에 대한 사업주의 안전교육 의무 강화와 넘어짐 재해 예방을 위한 바닥재 개선 또는 미끄럼방지화 등의 보호구 지급 방안 마련이 필요하다.
- **향후계획:** 서비스업을 비롯해서 제조업, 건설업, 도·소매업 등 청소년 근로자가 많이 근무하는 업종에 대한 상세한 분석과 대책 마련을 위한 연구와 18세 미만 청소년을 위한 취업 전 안전보건 교육 프로그램 개발을 위한 연구 필요하다. 그리고 음식 및 숙박업에 종사하는 근로자의 교통재해 원인분석과 대책 마련을 위한 추가 연구가 필요하다.



I. 배경 및 문제점

우리나라 청소년 기본법 제3조에서 ‘청소년’은 9세 이상 24세 이하인 사람을 말한다고 정의되어 있다. 미국의 OSHA에서는 만14세에서 24세까지의 근로자를 청소년 근로자(young worker)로 정의한다(OSHA). EU 법률에서 정의하는 청소년 근로자(young worker)는 만 18세 미만의 근로자를 의미하지만 통계에서는 15세에서 24세까지의 연령대를 포함하고 EU의 정책 구상 시에는 더 광범위하게 30세까지의 근로자를 포함한다(Eurofound).

우리나라의 24세 이하 청소년 취업자수는 [표1]에 나타난 것처럼 2009년에 약 136만 명에서 2013년에는 150만 명으로 약 10.5% 증가했는데, [그림1]에서와 같이 1990년 이후 1995년까지 5년 동안 출생아수가 70만 명 이상의 높은 수치를 보였음(KOSIS)을 고려하면 당분간 24세 이하 취업자수의 증가 추세는 지속될 것으로 예상된다.

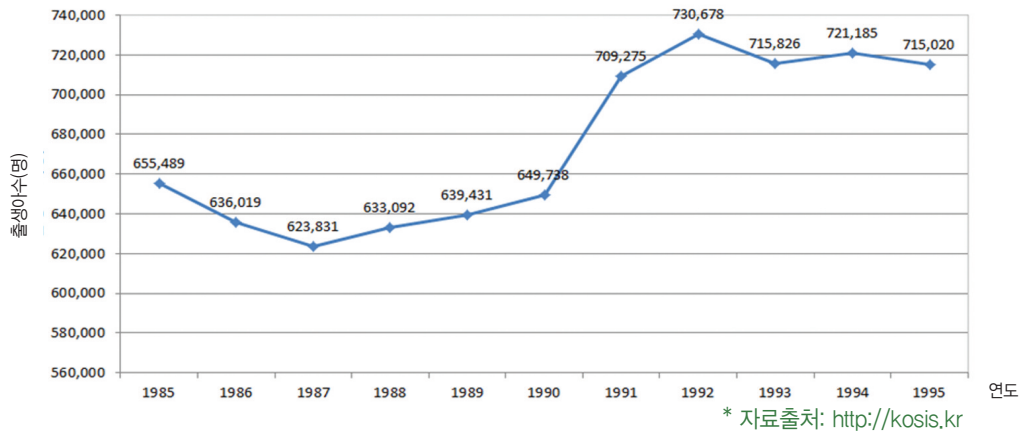
청소년 근로자는 취업 경험이 없거나 적고 신체적·인지적·감성적 발달 단계에 있으며, 질문하는 것을 망설이거나 작업장의 위험을 잘 인지하지 못하기 때문에(OSHA) 경험이 많은 중장년 근로자에 비해 사고 위험에 노출될 가능성이 크다. 그러나 우리나라 인구 고령화의 급속한 진행에 따른 정부나 국회 등의 장노년층 안전보건에 대한 관심과 대책에 비해 청소년 근로자에 대해서는 상대적으로 관심과 대책이 부족한 실정이며 관련 조사 및 연구 자료도 많지 않다.

유럽, 미국 등 선진국에서는 일을 처음으로 시작하는 단계에 있는 청소년 근로자들의 재해 예방에 대한 중요성을 오래전부터 인식하고 관련 연구를 통해 재해 예방 대책을 마련하고 있다. 그러나 국내에서는 일부 학교에서 산업재해 예방을 위한 교육을 실시하고 있으나 이것도 졸업 후 취업을 목적으로 하는 특성화 고등학교가 대부분이므로 청소년 근로자의 안전보건 관련 실태 파악이 필요한 실정이다.

[표1] 청소년 근로자 취업자수(단위: 천명)

구 분	2009년	2010년	2011년	2012년	2013년
전체 취업자수	23,506	23,829	24,244	24,681	25,066
24세 이하 (비율, %)	1,359 (5.78)	1,375 (5.77)	1,387 (5.72)	1,480 (6.00)	1,502 (5.99)
15 ~ 19세	178	204	227	231	224
20 ~ 24세	1,181	1,171	1,160	1,249	1,278

* 자료출처: <http://kosis.kr>



[그림] 연도별 출생아수

II. 목적

청소년 근로자의 산업재해 실태를 조사하고 그중 가장 많은 재해가 발생하고 있는 대표 업종 하나를 선택하여 그 업종의 청소년 근로자 산업재해 통계 분석을 통해 관련 문제점 및 특성을 파악한 후 산업재해 감소를 위한 안전보건 정책 방향 및 향후 과제를 제안하고자 하였다.

III. 조사 및 분석내용

최근 5년간 재해 현황

최근 5년간(2009년~2013년) 24세 이하 재해수는 18,383명이었는데 그중 39.8%인 7,303명이 음식및숙박업에서 발생하였다. 특히 18세 미만 근로자만을 대상으로 하면 전체 733명의 89.6%인 657명이 음식및숙박업에서 발생하였다. 음식및숙박업만을 대상으로 하면 최근 5년간 36,500명의 재해자 중 20%인 7,303명의 재해가 24세 이하였다[표2].

[표2] 소업종별-연령별 재해자수 상위 10개 업종(2009년~2013년 합계)

업종명	18세 미만	18세 ~ 24세	25세 ~ 29세	30세 ~ 34세	35세 ~ 39세	40세 ~ 44세	45세 ~ 49세	50세 ~ 54세	55세 ~ 59세	60세 이상	분류 불능	합 계
전체합계	733	17,650	29,312	39,749	44,587	57,216	66,732	77,748	64,193	75,908	10	473,838
음식및숙박업	657	6,646	2,987	2,771	2,564	3,364	4,260	5,647	4,496	3,108	0	36,500
도·소매 및 소비자용품수리업	28	1,683	3,733	5,221	4,728	4,698	4,061	3,716	2,349	2,110	1	32,328
사업서비스업	5	632	1,611	1,505	1,156	1,081	979	1,063	910	2,210	0	11,152
자동차부분품제조업	3	525	912	1,295	1,310	1,505	1,540	1,449	836	409	0	9,784
보건및사회복지사업	1	435	1,407	1,295	1,194	1,391	1,551	2,197	2,174	2,056	0	13,701
기타금속제품제조업 또는금속가공업	2	406	900	1,191	1,254	1,487	1,646	1,877	1,198	852	1	10,814
오락·문화 및 운동관련사업	2	401	563	435	346	278	222	256	284	399	0	3,186
플라스틱가공제품제조업	1	379	818	1,093	1,040	1,123	1,264	1,212	791	557	0	8,278
각종기계 또는 동부속품제조업	1	345	878	1,293	1,194	1,336	1,443	1,436	859	535	0	9,320
육상화물취급업	6	320	362	532	617	733	604	570	447	369	0	4,560

음식및숙박업의 청소년 재해자 특성 분석

음식및숙박업에서 최근 5년간(2009년~2013년)의 청소년 근로자 재해를 발생형태별로 살펴보면 대부분 교통사고와 업무상사고가 차지했다. 특히 교통사고 재해자수는 전체 24세 이하 재해자수의 59.4%인 4,337명이었으며 이 중의 92.8%인 4,022명의 재해자가 근속기간이 6개월 미만이었다. 특히 근속기간이 1개월 미만인 24세 이하 청소년 교통사고 재해자는 전체 24세 이하 재해자수의 56.1%(2,431명)를 차지했다[표3]. 청소년 근로자의 교통사고에 의한 사망재해자수는 77명으로 최근 5년간 교통사고 사망자수 153명의 50.3%를 차지했다[표4].

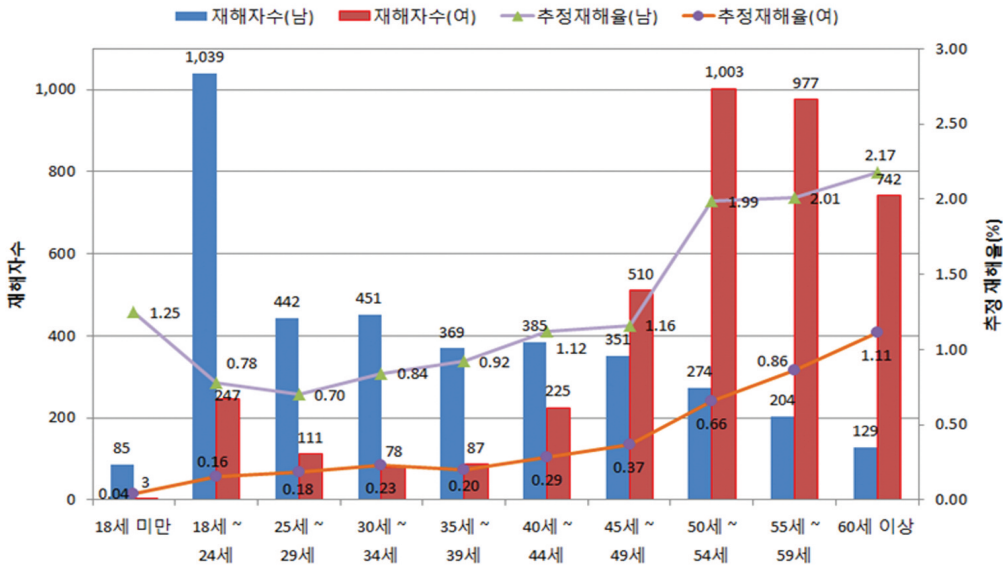
음식및숙박업에서 2013년에 발생한 연령별-성별 재해 현황은 그림2와 같다. 연령이 증가할수록 남성은 재해자수가 감소하고, 여성은 증가하는 경향을 나타내고 있다. 24세 이하 남성 재해자수는 전체 3,729명의 30.1%인 1,124명이었는데, 이 중 724건이 교통사고로 분류되었다. 경제활동인구 조사 결과를 이용하여 성별, 연령별 추정재해율을 구하면 18세 미만 남성근로자의 재해율이 1.25%로 여성보다 상대적으로 높은 수준을 나타내었다[그림2].

[표3] 음식및숙박업의 근속기간별 업무상사고 및 교통사고 재해자수(2009년~2013년)

발생형태	연령구분	1개월 미만	1개월~ 6개월 미만	6개월 ~ 1년 미만	1년 이상	분류불능	합계
업무상사고	24세 이하 (비율, %)	1,126 (38.6)	1,274 (43.7)	319 (10.9)	190 (6.5)	7 (0.2)	2,916 (100)
	25세 이상 (비율, %)	6,325 (26.6)	7,257 (30.6)	3,331 (14.0)	6,786 (28.6)	45 (0.2)	23,744 (100)
교통사고	24세 이하 (비율, %)	2,431 (56.1)	1,591 (36.7)	204 (4.7)	106 (2.4)	5 (0.1)	4,337 (100)
	25세 이상 (비율, %)	1,451 (40.0)	1,390 (38.4)	369 (10.2)	410 (11.3)	4 (0.1)	3,624 (100)

[표4] 음식및숙박업 사망재해자수

구분	년도	18세 미만	18세~ 24세	25세 ~ 29세	30세 ~ 34세	35세 ~ 39세	40세 ~ 44세	45세 ~ 49세	50세 ~ 54세	55세 ~ 59세	60세 이상	합계
업무상 사고	2013	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	4
	2012	0	0	0	0	0	2	1	0	1	3	7
	2011	0	3	0	1	0	0	0	1	0	1	6
	2010	2	2	0	0	1	1	0	2	1	0	9
	2009	1	1	1	0	2	1	0	0	1	4	11
	소계	3	6	1	1	3	5	2	4	3	9	37
교통 사고	2013	2	15	2	3	6	1	1	1	1	2	34
	2012	2	14	2	3	2	4	1	1	0	2	31
	2011	2	15	1	1	6	2	2	2	3	1	35
	2010	0	16	2	1	0	1	1	1	2	0	24
	2009	1	10	6	2	2	1	2	2	0	3	29
	소계	7	70	13	10	16	9	7	7	6	8	153



[그림2] 음식 및 숙박업의 연령별-성별 재해자수 및 추정재해율(2013년)

IV. 정책제언

많은 청소년들이 패스트푸드점과 같은 식당에서 아르바이트를 하면서 일을 시작하고 있다. 남자 청소년들은 이륜차를 이용한 치킨, 피자, 중금속 등의 배달업무에 많은 수가 종사하고 있는데 이들의 교통 재해는 근무기간 6개월 미만인 경우가 전체의 90%를 넘었다. 따라서 음식 배달업무에 종사하는 청소년 근로자의 운전미숙과 교통법규 위반에 의한 이륜차 교통재해를 예방하기 위한 조치가 필요하다. 즉, 18세 미만 미성년자가 음식 배달용 이륜차를 운전하기 위해서는 원동기장치 자전거면허 취득 후 교통안전 및 산업안전보건에 관한 특별교육을 이수하도록 해야 할 필요가 있다. 미국에서도 18세 미만의 미성년자에 대해서는 취업에 일부 제한을 두고 있다.

또한, 1종 또는 2종 보통 자동차 운전면허를 소지한 18세 이상 성인은 원동기장치자전거 면허를 취득하지 않아도 소형 이륜차를 운전할 수 있기 때문에 배달업무에 종사하는 근로자는 원동기장치 자전거 면허 또는 소형 이륜차 운전면허를 취득하도록 하는 등의 조치가 필요할 것이다.

교통사고 이외의 청소년 재해를 예방하기 위해서는 기계·기구 사용법 등 청소년 근로자에 대한 사업주의 안전교육 의무를 강화해서 사업주가 청소년 근로자에게 안전정보와 교육·훈련을 반드시 제공할 수 있도록 해야 하고, 넘어짐 재해 예방을 위한 바닥재 개선 또는 미끄럼 방지화 등의 보호구 지급 방안을 마련해야 한다. 그리고 학교 및 학원 등 교육기관에서는 18세 미만 청소년에게 근로자의 권리와 산업안전보건과 같은 내용을 교육과정에 포함시킬 필요가 있다.



V. 향후과제

음식및숙박업을 포함한 서비스업을 비롯해 제조업, 건설업, 도·소매업 등 청소년 근로자가 많이 근무하는 업종에 대한 상세한 분석과 대책마련을 위한 추가 연구와 18세 미만의 취업 전 청소년을 위한 취업 전 안전보건교육 프로그램 개발을 위한 연구가 필요하다. 또한, 음식 등의 배달 중 발생하는 교통재해 원인 분석과 대책 마련을 위한 추가 연구가 필요할 것이다.



참고문헌

청소년 기본법

Eurofound homepage, <http://www.eurofound.europa.eu>

OSHA homepage, https://www.osha.gov/Publications/young_workers.html

KOSIS 국가통계포털, <http://kosis.kr>

한국과 유럽의 근로환경 비교 연구

- 근로자 위험요인 노출실태 및 건강문제 호소를 중심으로

안전보건정책연구실 정책제도연구팀 김영선 연구위원

요 약 문

- ◎ **배경 및 문제점:** 노동시장이 유연화됨에 따라 양질의 일자리에 대한 요구가 증대되고 이는 고용의 안정과 근로자의 건강 및 안전에 관심을 확대시킨다. 노동력의 고령화, 은퇴연령의 증가로 근로자의 건강과 안전은 더욱 중요시되고 있다. 최근 들어 중대재해는 감소하는 경향이 나타나고 있지만 사회·심리적으로 위험인자가 증가하는 경향을 나타내고 있다. 노동시장의 정책적 목표 대상을 정하는데 있어서 근로환경의 다양한 특성 규명과 위험요인에 대한 측정, 건강과의 연관성을 찾아내는 것은 매우 중요한 문제이다.
- ◎ **목적:** 한국과 EU의 근로자와 근로환경의 특성을 비교·분석함으로써 우리나라 근로자의 위험요인 노출 실태 및 업무로 인한 건강문제 실태를 파악하고자 하였다.
- ◎ **조사 및 분석내용:** 우리나라 노동력 구조의 특성을 살펴보면 최근 여성과 고령자가 증가하고 있다. 그리고 유럽 근로환경조사국에 비해 노동시간은 길지만 강도가 낮은 특징을 가지고 있다. 위험요인 노출을 살펴보면 우리나라는 유럽근로환경조사 대상국가에 비해 노출수준이 낮았으며 담배연기 노출이 두드러지게 감소였다. 업무로 인한 건강문제에 대한 결과에서는 상지하지근육통으로 인한 호소율이 매우 높게 증가하는 경향을 나타내고 있었다.
- ◎ **정책제언:** 고령근로자 증가에 따른 산재 예방 전략과 자영업자를 위한 예방 정책 수립이 필요하다. 장시간 근무 구조에 따른 건강영향 분석과 심리적 위험요인에 대한 관심 확대가 필요하며, 상지하지 근육통에 대한 심층연구가 필요한 것으로 분석되었다.
- ◎ **향후계획:** 우리나라 근로자의 건강하고 안전한 일자리 조성을 위한 취약계층을 파악하고 이를 산업안전보건분야의 정책의 기초자료로 활용하기 위한 추가 연구가 필요하다.



I. 배경 및 문제점

최근 우리나라의 근로환경에 영향력을 크게 미치는 인자로는 ‘노동시장의 유연화’를 꼽을 수 있다. 이에 대한 원인은 크게 두 가지로 나누어 생각해 볼 수 있는데, 첫째 경제시장의 급속한 세계화이다. 급속한 세계화는 선진국과 개발도상국 모두 경쟁, 금융 불안, 기술변화, 산업 구조의 재편, 리엔지니어링 등과 같은 물리적, 사회·심리적인 상태와 건강에 많은 변화를 주고 있으며 노동시장의 유연화라는 ‘전형적이지 않은’ 고용과 불완전 고용, 비상용직 고용이 증가되는 계기가 되었다. 둘째 산업구조 및 취업구조의 변화이다. 우리나라 노동시장의 큰 추세 중 하나는 민간부문 제조업의 남성 생산직과 정규직을 중심으로 한 전통적인 고용구조가 갈수록 공공부문, 서비스업, 비정규직, 여성 등을 포괄하는 고용구조로 다양화되고 있다는 점이다.

노동시장이 유연화됨에 따라 양질의 일자리에 대한 요구가 증대되고 이는 고용의 안정과 근로자의 건강 및 안전에 관심을 확대시킨다. 노동력의 고령화, 은퇴연령의 증가로 근로자의 건강과 안전은 더욱 중요시되고 있다. 최근 들어 중대재해는 감소하는 경향이 나타나고 있지만 사회·심리적 위험 인자가 증가하는 경향을 나타내고 있다. 산업재해 예방의 정책적 목표 대상을 정하는 데 있어서 근로환경의 다양한 특성 규명과 위험요인에 대한 측정, 건강과의 연관성을 찾아내는 것은 매우 중요한 문제이다.



II. 목적

본고에서는 우리나라의 근로환경에서 근로자에게 발생할 수 있는 산업안전보건 분야의 문제점 탐색과 그 해결책 마련의 실마리를 제공하기 위해 KWCS와 EWCS 자료를 바탕으로 한국과 EU의 근로환경 특성을 비교·분석하였다. 특히 한국과 EU 근로자의 위험 요인 노출 실태 및 건강문제에 대한 호소율 실태를 분석하였다. 이를 통해 산업재해 예방을 위한 한정된 자원을 효율적으로 집행하기 위해서 산업재해에 취약한 계층을 파악하고, 관련 정책 수립의 기초자료를 제공하고자 하였다.

III. 조사 및 분석내용



분석자료

연구에 사용한 자료는 우리나라 근로환경조사(KWCS)와 유럽 근로환경조사(EWCS)이다. 우리나라 근로환경조사 자료는 2006년 6월~9월에 조사한 제1차 KWCS와 2010년 6월~10월에 실시된 제2차 KWCS 자료이다. 이 자료들은 전국 만15세 이상 취업자를 대상으로 가구 방문을 통한 PAPI(Pen and Paper Interviewing)를 통해 작성되었다. 목표 표본수는 10,000명이었으며 최종 완료된 표본수

는 제1차 10,043명, 제2차 10,019명이다. 유럽 근로환경조사 자료는 2005년 9월~11월에 조사한 제4차 EWCS와 2009년 11월 부터 2010년 12월 실시된 제5차 EWCS 자료이다. 제4차 EWCS에서는 31개국 29,680명을 조사하였고, 제5차 EWCS는 34개국 총 43,816명을 조사하였다. 조사방법은 CAPI(Computer Aided Personal Interviewing)와 PAPI를 병행하여 실시하였으며 조사 기간 동안 한 시간 이상 임금을 받거나 이윤을 얻기 위해 일하였으며 동시에 조사대상 국가 영토에 통상적으로 거주하고 있는 15세 이상의 사람을 목표 모집단으로 정의하였다.

분석방법

한국과 유럽의 근로환경에 대해 크게 4가지 범주로 비교·분석하였다. 첫째는 한국과 유럽근로자의 사회인구학적 특성분석으로 근로자의 연령, 성별, 종사상 지위, 교육정도, 종사하는 직종 등으로 세분화 하였다. 둘째는 노동의 질에 대한 비교·분석으로 세부항목으로는 노동시간과 노동강도, 교대근무, 휴일근무 등이 있다. 셋째는 작업장 내 위험물질 노출에 대한 비교·분석이다. 근로환경 조사 자료에 근로자의 건강장해를 일으키는 위험물질 항목으로는 진동, 소음, 고온, 저온, 분진, 증기, 화학물질, 담배연기, 감염물질 등이 있다. 넷째는 건강문제 호소에 대한 비교·분석이다. 건강상의 문제는 19개 항목으로 청력, 피부, 요통, 상지근육, 하지근육, 두통, 눈의 피로, 복통, 호흡곤란, 심혈관질환, 손상, 우울 또는 불안 장애, 전신피로, 불면증 또는 수면장애 등이 있다.

본고에서는 이들 4가지 범주에 대해 한국과 EU 근로자들의 근로환경 특성을 비교분석하였고 통계 분석기법은 범주형 자료 분석 방법(category analysis method)을 중심으로 사용하였다.

연구결과

1) 사회인구학적 특성

분석 결과 우리나라 근로자의 사회인구학적 특성은 매우 많이 변화하고 있음을 알 수 있다. 제1차 KWCS자료에 비해 제2차 KWCS자료에서는 고령근로자, 여성, 자영업자의 노동참여증가가 두드러진 현상으로 나타나고 있었다.

우선 준고령자의 노동시장 참여 증가 현상을 살펴보면 제1차 KWCS에서 50세 이상 준고령근로자의 점유율은 23.50%이었으며 이는 EWCS 조사국 중 12위였으나, 제2차 KWCS 결과 점유율은 26.95%로 EWCS 조사국과 비교하였을 경우 1위를 차지하고 있다. 다음으로 여성근로자의 노동시장 참여증가를 살펴보면 제1차 KWCS의 여성근로자 참여 점유율은 34.88%로 EWCS 조사국과 비교에서 27위로 매우 낮았지만 제2차 KWCS에서의 여성근로자 점유율은 45.46%로 EWCS 조사국과 비교에서 14위로 상승하였다. 마지막으로 자영업자의 비율 증가이다. 제1차 KWCS에서는 이들의 점유율이 22.26%에서 제2차 KWCS에서는 28.25%로 증가하여 EWCS와 비교하였을 경우 점유율에 대한

순위가 3위에서 1위로 변화하였다.

2) 노동의 질

자료 분석 결과 한국의 주당 근로시간은 EWCS 조사국에 비해 매우 길지만, 노동강도는 약한 특성을 가지고 있었다. 또한, EWCS 조사국은 교대근무가 많았지만 한국은 매우 낮은 것으로 나타나고 있었다.

먼저 근로시간을 분석한 결과 60시간 이상의 장시간 노동을 하는 근로자의 점유율이 제1차 KWCS 29.66%에서 제2차 KWCS 30.5%로 높게 나타나고 있으며, EWCS 조사국과 비교하였을 경우 1위를 나타내고 있다. 토요일과 일요일에 한 달간 4회 이상 근무자의 점유율에 대한 순위 역시 EWCS와 비교하였을 경우 상위에 랭크되어있다. 반면 KWCS에서는 교대근무자의 비율이 매우 낮게 나타나고 있어 EWCS와 비교하였을 경우 가장 낮은 순위를 나타내고 있다. 노동 강도를 나타내는 빠른 속도로 일하거나 엄격한 마감시간을 지켜야 하는 경우를 유럽과 비교하면 ‘근무시간 내내’ 혹은 ‘근무시간 대부분’에 해당하는 노동강도의 점유율이 유럽에 비해 매우 낮은 것으로 분석되었다.

[표1] KWCS와 EWCS의 노동의 질 비교분석

Variable		2nd KWCS		5th EWCS		EWCS 대비 한국순위	1st KWCS		4st EWCS		EWCS 대비 한국순위
		N	%	mean %	std %		N	%	mean %	std %	
주당 근로시간	40시간미만	1,641	16.38	37.25	19.71	24	1,225	12.20	34.99	20.32	28
	40 ~ 48시간	3,981	39.73	48.81	17.68	19	4,296	42.78	49.01	17.50	18
	49 ~ 59시간	1,341	13.38	7.81	2.77	2	1,543	15.36	8.63	2.50	1
	60시간 이상	3,056	30.50	6.13	3.91	1	2,979	29.66	7.37	5.10	1
	0 or 해당없음	3,261	32.55	50.47	6.68	28	2,498	24.87	47.85	8.34	28
지난 한 달간 토요일에 일한 날	1	336	3.35	10.52	3.24	28	574	5.72	10.40	3.37	25
	2	1,233	12.31	16.22	4.61	21	1,825	18.17	16.21	4.87	12
	3	253	2.53	4.84	1.37	28	503	5.01	5.37	1.62	12
	4	4,837	48.28	17.77	9.46	1	4,438	44.19	20.13	10.23	1
	5	99	0.99	0.54	0.38	4	205	2.04	0.32	0.19	1
지난 한 달간 일요일에 일한 날	0 or 해당없음	6,763	67.50	69.80	6.46	17	5,815	57.90	68.38	7.30	28
	1	322	3.21	8.10	3.16	27	781	7.78	8.34	3.26	14
	2	904	9.02	11.66	3.78	22	1,400	13.94	11.33	3.90	9
	3	234	2.34	3.04	0.94	19	417	4.15	3.62	1.25	4
	4	1,765	17.62	7.31	3.50	1	1,548	15.41	8.31	4.38	3
교대 근무	그렇다	687	6.86	16.98	5.14	28	844	8.40	17.96	5.33	25
	아니다/해당없음	9,332	93.14	83.02	5.14	1	9,199	91.60	82.04	5.33	4
매우 빠른 속도로 일함	근무시간 내내	263	2.63	9.24	4.31	28	554	5.52	11.77	5.73	25
	근무시간 부분	331	3.30	13.70	3.35	28	766	7.63	14.22	4.65	27
	근무시간의 3/4	324	3.23	9.01	2.88	28	626	6.23	8.62	2.98	23
	근무시간의 절반	731	7.30	13.47	3.27	27	1,575	15.68	12.91	3.04	3
	근무시간의 1/4	1,214	12.12	13.96	3.43	20	1,693	15.68	12.56	3.19	5
	거의 없음	2,436	24.31	19.80	3.76	3	3,451	34.36	19.19	3.53	1
	전혀 없음	4,720	47.11	20.82	12.01	2	1,378	13.72	20.74	11.22	20
엄격한 마감시간	근무시간 내내	269	2.68	11.40	4.95	28	430	4.28	13.87	5.73	28
	근무시간 부분	263	2.63	14.36	3.05	28	596	5.93	15.30	3.36	28
	근무시간의 3/4	249	2.49	8.36	2.40	28	521	5.19	7.99	2.18	27
	근무시간의 절반	600	5.99	12.56	2.10	28	1,130	11.25	11.84	2.12	17
	근무시간의 1/4	985	9.83	14.23	3.18	27	1,457	14.51	13.01	3.18	10
	거의 없음	2,714	27.09	18.84	4.14	2	4,173	41.55	18.54	3.44	1
	전혀 없음	4,939	49.30	20.24	7.96	1	1,736	17.29	19.46	6.81	10

3) 위험요인 노출

물리·화학·정신적 위험요인 노출에 대해 제1차 KWCS와 제2차 KWCS의 비교·분석 결과 EWCS 조사국과 비교에서 위험요인 노출 수준이 비교적 하위국에 머물고 있었으며, 담배연기에 대한 노출이 급격히 감소한 특징을 나타내고 있다.

각 위험요인별 분석 결과를 살펴보면 진동에 대한 노출률은 제1차 KWCS 16.78%에서 제2차 KWCS 23.53%로 6.75%p가 증가하여 EWCS와 비교하였을 경우 24위에서 17위로 순위가 상승하였다. 소음은 제1차 KWCS 24.39%에서 제2차 KWCS 22.23%로 2.16%p가 감소하여 EWCS와 비교하였을 경우 23위에서 27위로 순위가 떨어졌다. 고온은 제1차 KWCS 24.30%에서 제2차 KWCS 22.16%로 2.14%p가 감소하여 EWCS와 비교하였을 경우 13위에서 16위로 순위가 떨어졌다. 저온은 제1차 KWCS 9.95%에서 제2차 KWCS 10.72%로 0.77%p가 증가하여 EWCS와 비교하였을 경우 16위에서 23위로 순위가 떨어졌다.

분진은 제1차 KWCS 19.73%에서 제2차 KWCS 16.52%로 3.21%p가 감소하여 EWCS와 비교하였을 경우 17위에서 19위로 순위가 떨어졌다. 증기는 제1차 KWCS 5.53%에서 제2차 KWCS 5.30%로 0.23%p가 감소하였지만 EWCS와 비교하였을 경우 27위에서 25위로 순위가 상승하였다. 화학물질은 제1차 KWCS 7.04%에서 제2차 KWCS 7.78%로 0.74%p가 증가하여 EWCS와 비교하였을 경우 28위에서 26위로 순위가 하락하였다. 담배연기는 제1차 KWCS 19.57%에서 제2차 KWCS 9.02%로 10.55%p가 감소하여 EWCS와 비교하였을 경우 15위에서 20위로 순위가 하락하였다. 감염물질은 제1차 KWCS 1.45%에서 제2차 KWCS 3.43%로 1.98%p가 증가하였지만 EWCS와 비교하였을 경우 28위에서 28위로 순위 변화는 없었다. 제1차 KWCS에서 스트레스 노출률이 64.19%에서 제2차 KWCS에서 71.86%로 7.67%p 증가하였다. 제1차 KWCS와 제4차 EWCS를 비교할 경우 조사국 중 21위를 차지하였다.

[표2] KWCS와 EWCS의 위해물질 노출 비교분석

Variable		2nd KWCS		5th EWCS		EWCS 대비 한국순위	1st KWCS		4th EWCS		EWCS 대비 한국순위
		N	%	mean	std		N	%	mean	std	
진동	25%이상	2,358	23.53	23.76	5.14	17	1,685	16.78	25.01	5.79	24
	25%미만	7,661	76.46	76.24	5.14	12	8,358	83.22	74.99	5.79	5
소음	25%이상	2,228	22.23	30.15	5.06	27	2,449	24.39	31.47	6.06	23
	25%미만	7,791	77.76	69.85	5.06	2	7,594	75.61	68.53	6.06	6
고온	25%이상	2,221	22.16	22.75	5.93	16	2,440	24.30	25.28	7.68	13
	25%미만	7,798	77.83	77.25	5.93	13	7,603	75.70	74.72	7.68	16
저온	25%이상	1,074	10.72	24.94	5.16	28	999	9.95	23.78	6.48	28
	25%미만	8,945	89.28	75.06	5.16	1	9,044	90.05	76.22	6.48	1
분진	25%이상	1,654	16.52	17.76	3.78	19	1,981	19.73	21.37	5.25	17
	25%미만	8,365	83.49	82.24	3.78	10	8,062	80.27	78.63	5.25	12
증기	25%이상	530	5.30	10.75	3.66	25	555	5.53	11.37	3.47	27
	25%미만	9,489	94.71	89.25	3.66	4	9,488	94.47	88.63	3.47	2
화학물질	25%이상	779	7.78	14.90	3.69	26	707	7.04	14.98	3.43	28
	25%미만	9,240	92.23	85.10	3.69	3	9,336	92.96	85.02	3.43	1
담배연기	25%이상	903	9.02	12.03	4.45	20	1,965	19.57	20.17	7.33	15
	25%미만	9,116	90.99	87.97	4.45	9	8,078	80.43	79.83	7.33	14
감염물질	25%이상	343	3.43	11.16	3.31	28	146	1.45	9.98	3.31	28
	25%미만	9,676	96.58	88.84	3.31	1	9,897	98.55	90.02	3.31	1
스트레스	yes	7,200	71.86	-	-	-	1,929	19.21	27.13	9.27	21
	no	2,819	28.14	-	-	-	8,114	80.79	72.87	9.27	8

4) 건강상태

건강상태에 대한 설문항목에서 4차 EWCS에서는 업무와 관련된 건강상 문제를 질문하였지만 5차 EWCS에서는 업무관련성을 제외하고 건강상 문제를 질문하고 있어 이에 대한 동일한 기준에서 비교분석이 어렵다. 따라서 1차 KWCS와 2차 KWCS, 4차 EWCS에 대해서는 업무 관련 건강상 문제에 대해 분석하였고 5차 EWCS에서는 건강상 문제를 분석하였다. 분석결과 상지하지근육통, 전신피로 호소율의 증가현상이 두드러지게 나타나고 있었으며 반면 피부문제, 복통 호소율의 감소가 두드러지게 나타나고 있었다.

개별 항목에 대한 호소율을 살펴보면 우리나라 근로자의 청력문제에 대한 호소율은 2005년 3.2%였지만 2010년 1.5%로 1.7%p 감소하였다. 피부문제의 경우 2005년 호소율이 5.0%에서 2010년 1.8%로 3.2%p 감소하였다. 요통문제의 경우 2005년 호소율이 17.3%에서 2010년 18.0%로 0.7%p 증가하였고 상지하지근육통 역시 2006년 호소율이 19.0%에서 2010년 40.3%로 21.3%p 높게 증가했다. 두통, 눈의 피로 문제에 대한 2006년 호소율은 13.4%에서 2010년 16.9%로 3.5%p 증가하였다. 복통 문제의 경우 2006년 호소율이 6.9%에서 2010년 0.5%로 6.4%p 감소하였다. 호흡곤란 문제 역시 2006년 호소율 2.2%에서 2010년 0.5%로 1.7%p 감소하였다. 심혈관질환 문제의 경우 2006년 호소율은 1.2%에서 2010년에 0.5%로 0.7%p 감소하였고, 손상문제 역시 2006년 호소율이 7.6%에서 2010년 2.0%로 5.6%p 감소하였다. 우울 및 불안장애 문제에 대한 2006년 호소율은 5.4%에서 2010년 1.1%로 4.3%p 감소하였다. 전신피로 문제의 경우 2006년 호소율이 17.8%에서 2010년 26.7%로 8.9%p 증가하였다. 불면증 또는 수면장애 문제는 2005년 호소율이 5.7%에서 2010년 2.4%로 3.3%p 감소하였다.



IV. 정책제언

1. 고령근로자 증가에 따른 산재 예방 전략 필요

KWCS 자료를 통해 노동자의 사회인구학적 특성 변화가 급속도로 변화하고 있음을 살펴볼 수 있었다. 그중 근로자의 고령화 현상은 크게 두드러지고 있는데 국제노동기구(ILO)에서 출판한 EAPPEP(Economically Activity Population Estimation and Projection)에서는 2020년 경제활동 인구 중 50세 이상의 점유율이 40%가 될 것으로 전망하고 있는데 실제 제2차 KWCS에서는 50세 이상 점유율이 37.88%에 이미 도달하였음을 볼 수 있었다. 근로자가 고령화될 경우 나타날 수 있는 문제점은 사회 복지적 측면뿐만 아니라 산업재해에 무방비로 노출될 가능성이 높기 때문에 이들을 보호하기 위한 제도적 장치가 필요할 것이다.

2. 자영업자를 위한 산재예방 정책 수립

자영업자의 점유율 증가이다. 임금근로자 중 많은 수가 50대 이상 되면 회사로부터 퇴직하여 자영업자로 변하는 경향이 최근 들어 증가하고 있다. 이들은 새로운 점포를 설립한 뒤에 성공적 시장 진입을 위해 열악한 근로환경에서 장시간 노동하는 경우가 많다. 따라서 이들 계층을 보호할 수 있는 산재예방 전략 역시 필요할 것이다.

3. 장시간 근무 구조에 따른 건강영향 분석 필요

우리나라 근로자의 노동강도는 낮지만 장시간 근무하는 구조를 나타내고 있다. 장시간 근무는 과거부터 답습된 근로구조로 인하여 지속되는 경우가 많이 나타나고 있다. 장시간 노동이나 시간외 근무는 일과 삶의 균형에 나쁜 영향을 미치게 된다. 반면 노동 강도가 강할 경우 작업장에서의 사고를 유발하거나 나쁜 노동조건과 연계되어 건강에 영향을 미칠 수 있다. 또한, 속도압박은 해로운 심리적 노동조건뿐만 아니라 일터에서의 신체적 위험과 증상들을 경험할 개연성을 높이는 것과 관련성이 있다.

4. 심리적 위험요인에 대한 관심 확대

산업안전보건 영역에서 전통적인 관심사였던 물리·화학적 위험인자 노출이 EWCS 조사국에 비해 높지 않았으며 특히 담배연기 노출의 감소현상이 두드러지게 나타나고 있다. 최근 들어 범정부 차원에서 진행한 사업장 내 금연운동 등으로 인해 나타난 결과로 추정된다. 하지만 심리적 위험요인인 스트레스가 매우 높게 나타나고 있었음을 볼 수 있다.

5. 상지하지근육통에 대한 심층연구 필요

건강문제에 있어 상지하지 근육통이 제1차 KWCS에 비해 제2차 KWCS에서의 호소율이 두드러지게 증가하고 있다는 점이다. 이에 대한 원인으로는 심층연구가 필요하겠지만 관절과 근육이 노쇠화 된 고령근로자 증가에 따라 호소율 증가로 나타난 것으로 추정된다.

V. 향후과제

본 연구결과에서와 같이 KWCS 자료는 근로환경에 대한 정량적인 측정을 통해 EU와 비교분석하여 노동의 질과 위험요인, 건강문제의 취약집단을 찾아낼 수 있었다. 앞으로도 KWCS는 정책의 기초자료로 활용하기 위해 지속적인 조사와 연구를 계속 병행할 필요가 있다.



참고문헌

- KOSHA, First Working Conditions Survey final report, Occupational Safety and Health Research Institute, 2006.
- KOSHA, Second Working Conditions Survey final report, Occupational Safety and Health Research Institute, 2010.
- Eurofound, Forth European Working Conditions Survey – Overview report, Eurofound, 2005.
- Eurofound, Fifth European Working Conditions Survey – Overview report, Eurofound, 2010.
- Ross, R.J.S. (1990), Global capitalism: The new Leviathan, State University of New York Press, Albany.
- Howson, C.P., Fineberg, H.V. & Bloom, B.R., (1998), The pursuit of global health: The relevance of engagement for developed countries, *The Lancet*, 351, 586–90.
- Yach, D. & Bettcher, D. (1998), The Globalization of Public Health, Vol. I: Threats and Opportunities, *American Journal of Public Health*, 88, 735–38.
- Unwin, N., Alberti, G., Aspray, T., Edwards, R., Mbanya, J.C., Sobngwi, E., Mugusi, F., Rashid, S., Setel, P. & Whiting, D. (1998), Economic globalisation and its effect on health, *British Medical Journal*, 316, 1401–2.
- ILO. (2009), Estimates and projections of the economically active population: 1980–2020.

금속가공유 중 미생물 노출에 따른 호흡기질환 관리 방안

직업환경연구실 박현희 연구위원

요 약 문

- ◎ **배경 및 문제점:** 금속가공유를 취급하는 작업자에게서 발생하는 과민성 폐렴, 천식, 만성 기관지염 등의 호흡기 질환은 금속가공유를 재순환하여 사용하는 과정에서 발생하는 미생물 오염과 밀접한 연관성이 있다고 알려져 있다. 그러나 현재 산업안전보건법에서 금속가공유에 대한 작업장 관리는 중량기준으로 마련된 금속가공유의 노출기준(오일미스트, 0.8 mg/m^3)에 의해서만 관리되고 있어, 금속가공유에서 번식하는 미생물 농도와 금속가공유 내 함유되어 있는 다양한 첨가제에 대해서는 적절한 관리가 이루어지지 못하고 있다.
- ◎ **목적:** 다양한 유해성과 대규모 노출집단을 가지고 있는 금속가공유 취급 작업장에 대하여 국내사용 및 노출실태를 파악해 보고, 금속가공유에서 번식하는 미생물에 대한 작업환경평가를 실시하고자 하였다. 또한, 농도에 영향을 미치는 환경인자와의 상관관계를 분석하여 작업장 개선을 위해 우선하여야 할 관리방안을 제시하고자 하였다.
- ◎ **조사 및 분석내용:** 금속가공유 취급 작업장의 공기 중 생물학적 인자 농도수준은 전체시료의 약 10% 정도가 권고기준을 초과하는 정도였으나, 옥외농도와 비교하여서는 세균은 2배, 엔도톡신은 12배 이상 농도가 높아 작업장 내부가 오염되어 있음을 알 수 있었다. 또한, 저장조 내의 금속가공유는 세균 오염이 대부분 부패한계를 초과하여 잠재적 위험성을 가지고 있었다. 금속가공유를 부패한계 이내로 유지하도록 하는 pH 점검, 교체주기 설정, 저장조 청소 등의 작업환경관리가 필요하며 미생물 증식을 억제하는 기술과 금속가공유 중의 미생물 농도를 관리하는 규제 마련이 필요하다.
- ◎ **정책제언:** 금속가공유를 공기 중 오일미스트 농도에 대해서만 규제하는 것이 아니라 공기 중 생물학적 인자 및 금속가공유 벌크시료에 대한 세균, 곰팡이 등의 농도에 대한 관리기준 마련이 필요하다.
- ◎ **향후과제:** 금속가공유를 미생물 부패한계 이하로 유지·관리하기 위한 오존처리, 금속가공유 필터링, 저장조 관리 등 미생물 증식을 억제하는 기술에 대한 연구가 필요하다.



I. 배경 및 문제점

금속가공유란 금속을 가공하는 공정에서 발생하는 열, 절삭 칩 등을 제거하고 가공물의 방청, 공구수명의 연장, 가공정도의 향상 등 금속가공 기능을 향상시키기 위해 사용되는 물질을 의미한다. 금속가공유는 금속의 가공과정 중 고속으로 분사되어 기계본체, 공구에 부딪히게 되면 미세한 입자형태의 오일미스트로 발생하여 작업자 호흡기 및 피부를 통해 노출되는데 금속가공유의 노출이 암, 호흡기 질환, 피부 질환 발생과 유의한 연관성이 있는 것은 이미 많은 연구에서 충분한 증거를 보이고 있다(박동욱 등, 2006; 정지연 등, 2006). 금속가공유를 취급하는 작업자에게서 발생하는 과민성 폐렴, 천식, 급성 기도자극, 만성 기관지염, 폐기능 장애 등의 호흡기 질환은(Kennedy 등, 1989; Greaves 등, 1997), 금속가공유를 재순환하여 사용하는 과정에서 발생하는 미생물 오염과 밀접한 연관성이 있다고 알려져 있다(Bernstein 등, 1995; Kreiss와 Cox-Gander 등, 1997;).

그러나 현재 산업안전보건법에서 금속가공유에 대한 작업장 관리는 중량기준으로 마련된 금속가공유의 노출기준(오일미스트, 0.8 mg/m^3)에 의해서만 관리되고 있어, 호흡기 질환의 주요 원인으로 알려져 있는 금속가공유에서 번식하는 미생물 농도와 금속가공유 내 함유되어 있는 다양한 첨가제에 대해서는 적절한 관리가 이루어지지 못하고 있다. 이번 연구에서는 대규모 노출집단을 가지고 있는 금속가공유 취급 작업을 대상으로 세균, 곰팡이 등 생물학적 인자에 대한 농도수준을 평가하였다.



II. 목적

국내 금속가공유의 사용 및 관리실태를 파악하고 다양한 노출 상황에 따른 공기 중 생물학적 인자(미생물) 농도를 평가하며 농도에 영향을 주는 환경인자와의 상관관계를 분석하여 작업환경개선을 위해 우선하여야 할 관리방안을 알아보고자 하였다.



III. 조사 및 분석내용

국내 금속가공유 취급 및 노출 현황

제조업 작업환경실태조사(5인 이상 제조업 대상)결과, 금속가공유 취급작업장은 총 8,833개소로 전체 5인 이상 제조업 85,385개소의 10.3% 수준이었다. 업종은 세세분류로 주형 및 금형 제조업이 11.8%로 가장 많았고, 자동차 부품제조(9.1%), 금속가공업(4.6%) 등 순이었다. 공정은 성형가공과 연마가 75% 이상으로 가장 많았고, 취급량은 연간 0.5톤 미만인 약 70%였고, 10톤 미만이 약 25%였다. 작업환경측정결과(2005~2012)를 분석한 결과, 노출기준이 무게칭량방법으로 5 mg/m^3 이었던 2005 ~ 2008년에는 산술평균으로 약 0.5 mg/m^3 (노출기준의 약 10%) 수준이었고,

노출기준이 용매추출법으로 0.8 mg/m³이었던 2009 ~ 2012년에는 산술평균으로 약 0.15 mg/m³ (노출기준의 약 20%) 수준이었다. 작업환경측정을 실시한 사업장의 업종은 중분류로 기타 기계 및 장비제조업, 자동차 및 트레일러 제조업 및 금속가공제품제조업이 약 75%로 가장 많았다. 세세분류로는 자동차 부품 제조업이 18%로 가장 많았고, 주형 및 금형 제조업이 7%, 일반목적용 기계 제조업 5% 순이었다.

금속가공유 취급 작업장 공기 중 생물학적 인자 노출 농도 수준

금속가공유 취급 작업장 9개소 54개 측정지점에서 평가 한 공기 중 세균 농도는 산술평균값으로 347 CFU/m³ (n=376, 범위 7 ~ 6,510 CFU/m³), 진균 324 CFU/m³ (n=381, 범위 7 ~ 8,469 CFU/m³), 엔도톡신 26.46 EU/m³ (n=103, 범위 0.34 ~ 280.4 EU/m³), 금속가공유 0.35 mg/m³ (n=104, 범위 0.01 ~ 2.87 mg/m³) 수준이었다. 세균의 경우 전체 376개 시료 중 29개 시료가 미국 산업안전보건청(OSHA)에서 정한 관리기준 1,000 CFU/m³를 초과하였다. 진균은 381개 시료 중 22개 시료가 1,000 CFU/m³를 초과하였다. 엔도톡신은 103개 시료 중 10개 시료가 네덜란드에서 정한 관리기준 90 EU/m³를 초과하였고 금속가공유는 104개 시료 중 13개 시료가 노출기준 0.8 mg/m³를 초과하였다. 전체 작업장 내부 농도는 옥외 농도와 비교하여 세균은 약 2.4배, 엔도톡신 약 12.6배, 금속가공유 약 7배 높았고, 진균농도는 유사하였다.

[표1] 금속가공유 취급 작업장 공기 중 생물학적 인자 농도 수준

구 분		세균농도(CFU/m ³)	진균농도(CFU/m ³)	엔도톡신(EU/m ³)	오일미스트(mg/m ³)
실내 (작업장) (54 개소)	n*	376	381	103	104
	Mean±SD [†]	347±672	324±641	26.46±50.62	0.35±0.39
	GM [‡] (GSD [§])	133 (3.827)	159 (3.203)	8.06 (4.333)	0.20 (3.086)
	Range	7 ~ 6,510	7 ~ 8,469	0.34 ~ 280.4	0.01 ~ 2.87
실외 (대조군) (9 개소)	n	55	54	15	11
	Mean±SD	144±342	384±660	2.09±1.84	0.05±0.046
	GM (GSD)	50	174	1.33	0.042
	Range	7 ~ 2,105	14 ~ 3,891	0.08 ~ 6.92	0.02 ~ 0.17

n* : sample numbers, SD[†] : standard deviation, GM[‡]: geometric Mean, GSD[§]: geometric standard deviation

※ 엔도톡신은 그람음성세균의 세포 외벽 성분으로 공기 중 미생물 오염의 지표로 가장 많이 활용되고 있는 물질 임.

저장조 내 금속가공유의 생물학적 인자 노출 농도 수준

금속가공유 벌크시료 중 세균 농도(n=70)는 산술평균으로 2.1×10^6 CFU/ml로 부패한계인 10^6 CFU/ml를 초과하였고 최대농도는 4.2×10^7 CFU/ml였다. 금속가공유는 총 12종류였으며 세균의 산술평균 농도는 12종 중 7종에서 부패한계인 10^6 CFU/ml를 초과하였다.

[표2] 가공기계 저장조 내 금속가공유의 생물학적 인자 농도 수준

구 분	금속가공유 온도(℃)	pH	세균농도(CFU/ml)	진균농도(CFU/ml)
n	70	70	42	24
Mean	22.3	8.794	2,127,046	1,675
GM	21.8	8.735	121,979	780
Range	16.5 ~ 32.8	4.844 ~ 10.950	10 ~ 42,600,000	60 ~ 10,000

생물학적 인자 노출 농도에 영향을 주는 요인

금속가공유 취급 작업장에서 공기 중 생물학적 인자 농도에 가장 많은 영향을 주는 인자는 금속가공유의 종류였으며, 금속가공유 중 생물학적 인자는 미생물의 증식을 억제하는 첨가제 성분(염소계파라핀, 바이오사이드 등)의 함유가 높을수록 생물학적 인자 농도는 낮았다. 그러나 다양한 화학적 성분의 첨가제는 2차 건강영향의 우려가 있으므로 화학적 첨가제가 아닌 오존처리, 금속가공유 필터링, 저장조 관리 등의 미생물 증식 억제기술의 도입이 필요하다. 엔도톡신과 금속가공유 농도는 가공기계의 종류에 따라 서로 다른 것으로 분석되었는데, CNC 선반이 산술평균으로 엔도톡신 50.49 EU/m³, 금속가공유 0.5 mg/m³로 가장 높았다. CNC 선반은 부품 1개당 작업시간이 4.5분으로 가장 짧았으며, 회귀분석 결과 금속가공유 농도에 가장 큰 영향을 주는 인자는 가공시간으로 가공시간이 짧을수록 농도가 높았다. 공기 중 세균농도는 온도 ($r=0.341$, $p<0.01$), 습도 ($r=0.317$, $p<0.01$), 진균농도 ($r=0.346$, $p<0.01$), 엔도톡신 ($r=0.305$, $p<0.01$), 세균 벌크 농도 ($r=0.276$, $p<0.01$), 벌크시료 pH ($r=-0.274$, $p<0.01$), 벌크시료 온도 ($r=0.286$, $p<0.01$)와 약한 상관관계가 있었고 회귀분석 결과, 높은 온도 조건과 반밀폐구조의 가공기계 등이 농도를 높이는 환경인자였다. 공기 중 진균농도의 경우, 온도 ($r=0.529$, $p<0.01$), 습도 ($r=0.634$, $p<0.01$), 벌크시료 온도 ($r=0.545$, $p<0.01$)와 상관관계가 있었고, 세균농도 ($r=0.346$, $p<0.01$), 엔도톡신 ($r=0.250$, $p<0.01$), 진균 벌크 농도 ($r=0.322$, $p<0.01$), 벌크시료 pH ($r=-0.312$, $p<0.01$)와 약한 상관관계가 있었다. 회귀분석 결과에서는 높은 습도 조건, 국소배기장치 미설치 등이 농도를 높이는 환경인자였다. 공기 중 엔도톡신 농도는 공기 중 세균농도 ($r=0.305$, $p<0.01$)보다

금속가공유 벌크시료 중 세균농도 ($r = 0.574, p < 0.01$)와 더 높은 상관관계가 있었다. 엔도톡신 농도와 벌크시료 중 세균농도와의 관계는 회귀분석을 통해서도 확인할 수 있었는데 금속가공유 취급작업장의 생물학적 인자 누적 오염정도 및 잠재적 위험성을 평가하기 위해서는 공기 중 엔도톡신 분석이 가장 적합한 평가방법으로 조사되었다.

금속가공유 취급 작업장 작업환경 관리방안

1. 금속가공유 취급작업장에서는 사용하는 가공기계는 밀폐구조로 하고 개별 오일미스트 콜렉터 보다는 중앙집중방식의 국소배기장치를 설치하여 공기 중 생물학적 인자 노출수준을 최소화 할 수 있도록 한다.
2. 공기 중 세균농도의 경우 온도의 영향이 크고, 외기에서 유입되는 세균의 영향을 많이 받으므로 온·습도를 조절할 수 있는 시스템을 갖추고, 오염된 외기의 도입이 우려되는 경우 전처리 필터를 거쳐 내부에 오염물질이 유입되지 않도록 관리한다.
3. 저장조의 금속가공유를 부패한계 이내로 유지할 수 있도록 금속가공유의 pH 점검, 교체주기 지정, 저장조 청소 등을 지속적으로 실시하고 관리한다.
4. 금속가공유의 미생물 번식을 억제하기 위한 화학적 첨가제는 대부분 2차적인 건강장해를 유발할 수 있으므로 오존처리, 금속가공유 필터링, 저장조 관리 등 미생물 증식 억제 기술을 사용한다.
5. 금속가공유 취급 작업장의 생물학적 인자 노출평가는 누적 오염도 및 작업장 농도를 대표할 수 있고 건강영향과의 상관관계도 높은 공기 중 엔도톡신 방법을 적용하여 평가를 실시하고 관리 기준을 설정하는 것이 바람직하다.



IV. 정책제언 및 향후과제

금속가공유를 공기 중 오일미스트 농도에 대해서만 규제하는 것이 아니라 공기 중 생물학적 인자 및 금속가공유 벌크시료에 대한 세균, 곰팡이 등의 농도에 대한 관리기준 마련이 필요하다. 관리 기준 마련을 위해서는 생물학적 인자에 대한 노출평가방법 표준화 연구가 선행되어야 한다. 또한, 금속가공유를 부패한계 이하로 유지 관리하는 것이 매우 중요한데, 미생물 번식 억제를 위해 화학적 첨가제를 남용하는 것은 2차적인 건강장해를 유발할 수 있으므로 오존처리, 금속가공유 필터링, 저장조 관리 등 미생물 증식을 억제하는 기술에 대한 추가 연구가 필요하다.



참고문헌

Bernstein DI, Lummus ZL, Santilli G, Siskosky J, Bernstein IL. Machine operator's lung. A hypersensitivity pneumonitis disorder associated with exposure to metalworking fluid aerosols. *Chest* 1995 Sep;108(3):636-41

Greaves IA, Eisen EA, Smith TJ, Pothier LJ, Kriebel D, Woskie SR, Kennedy SM, Shalat S, Monson RR. Respiratory health of automobile workers exposed to metal-working fluid aerosols: respiratory symptoms. *Am J Ind Med* 1997 Nov;32(5):450-9

Jung JY, Lee JJ, Kim PG, Kim HR, Park HR. Chemical occupational limits for metalworking fluids. Occupational Safety and Health Research Institute Research Report 2006, p. 63-91

Kennedy SM, Greaves IA, Kriebel D, Eisen EA, Smith TJ, Woskie SR. Acute pulmonary responses among automobile workers exposed to aerosols of machining fluids. *Am J Ind Med* 1989;15(6):627-41

Kreiss K, Cox-Gander J. Metalworking fluid-associated hypersensitivity pneumonitis: a workshop summary. *Am J Ind Med* 1997;32(4):423-432

Park DU, Yoon CS, Ha KC, Choi SJ. Practical guideline for Metalworking fluids. Korea Occupational Safety and Health Agency Research Report, Publication No Incheon 2006-25-758, 2006, p. 40-55

Park DU, Yoon CS, Ryu KN, Ha KC, Choi SJ. Practical guideline for the replacement of soluble metalworking fluids. *J Korea Soc Occup Environ Hyg* 2008;18(2):T1-T5

신재생에너지 산업과 산업보건 유해인자

직업환경연구실 장재길 연구위원

요 약 문

- **배경 및 문제점:** 21세기 들어 국제적 상업거래 경쟁의 심화 속에서 에너지 자립과 신성장 동력을 확보하려는 각국의 노력은 신재생에너지 산업에 대한 전략적 육성을 더욱 가속화시키고 있다. 태양광을 비롯한 동 산업에서는 다양한 화학물질이 원료와 생산 공정 등에서 사용되고 있으나 직업보건 분야에서는 이에 대한 관심과 체계적인 파악이 부족한 편이며 향후의 지속적 발전 가능성을 고려할 때 산업별 유해인자에 대한 정리가 절실하다.
- **목적:** 국내 신재생에너지 산업의 현황을 조사 및 정리하고 각 산업의 업종별로 직업보건학적 잠재 유해요인의 종류와 근로자의 노출 특성을 파악한다.
- **조사 및 분석내용:** 태양에너지 이용 산업(태양광 및 태양열), 풍력발전, 지열산업, 바이오 및 수소연료전지 산업 등 신재생에너지 사업의 국내 실태와 산업별 제조공정 파악에 중점을 두었으며, 또한 각 업종에 대하여 공정별로 근로자가 노출될 수 있는 유해인자를 확인하는 한편 노출 특성을 체계적으로 정리하고 제시하였다. 국내 신재생에너지 산업에 대한 동향과 현황도 조사하였다.
- **정책제언:** 국제적 경기의 회복과 대기업 투자의 활성화로 경쟁력이 확보되면 동 산업이 국내에서 활성화될 수 있으므로 이를 대비한 지속적 관심이 필요하다. 아울러 태양광을 비롯한 신재생에너지 산업에서 근로자가 노출될 수 있는 유해인자에 대한 관심과 지속적인 관리가 이루어질 필요가 있다.
- **향후 과제:** 현재까지는 신재생에너지 사업에 대한 정의와 기존 산업과의 구분이 비교적 불분명하여 별개의 분야로 분리하여 직업보건학적 관리를 요구하는 수준은 아닌 것으로 파악되었다. 다만 국내에서 동 산업이 확산되는 경우 공정별로 근로자가 취급하는 유해인자에 대한 체계적 관리방안을 위한 연구가 추가로 수행될 필요가 있다.



I. 배경 및 문제점

21세기의 격변하는 정세와 국제적 산업경쟁의 심화 속에서 미국, 영국, 독일, 프랑스, 일본 등 선진국과 거대 개도국인 중국 등은 자국에서 소모되는 에너지의 원활한 지속적 확보와 국가 차원의 미래 먹거리인 신성장 동력 확보를 위해 정부와 민간차원에서 다각도의 노력을 기울이고 있는 것이 현실이다. 이와 관련하여 교토의정서 등 국제사회의 기후변화 협약에 부응하는 한편 화석에너지 고갈 등의 문제에 대한 해결방안으로 신재생에너지 생산에 대한 관심이 국내외에서 대폭 증가하고 있으며 관련 산업에 대한 투자도 확대되고 있다.

하지만 태양광, 태양열, 풍력, 바이오 폐기물 등 신재생에너지 산업이 국가적 산업육성 정책에 따라 지속적으로 증가하고 있으나 새롭게 나타난 작업형태에 대한 잠재유해인자 및 관리대책 등이 체계적으로 수립되어 있지 못한 것이 현실이다. 또한, 직업보건학적으로 어떠한 유해요인이 공정별로 존재하고 있는지에 대한 파악도 제대로 이루어지지 못하고 있다.



II. 목적

본 연구의 목적은 국내외 신재생에너지 산업의 동향과 현황을 조사하는 한편 각 업종별로 직업보건학적 잠재 유해요인과 노출특성을 파악하여 공정별 관리방안 마련을 위한 기초자료로 이를 활용토록 하는데 있다.



III. 조사 및 분석내용

국내 신재생에너지 산업의 현주소

국내 신재생에너지 산업은 태양광, 풍력, 바이오, 태양열, 지열, 연료전지 6개가 주 분야로 형성되어 있으며 관련 산업체 수는 연평균 28.2% 성장하여 2004년에 49개에서 2007년 101개, 2010년 212개로 증가하였다. 2010년 기준 태양광과 풍력산업의 매출액은 7조 270억 원으로 신재생에너지 산업 전체의 87%를 차지하고 있으며, 2015년까지 태양광과 풍력을 중심으로 신재생에너지 산업을 우리나라 핵심수출산업으로 성장시킬 계획을 국가 차원에서 가지고 있다. 국내 신재생에너지 산업은 2010년을 기준으로 볼 때, 태양광 91개(43%), 바이오 46개(22%), 풍력 32개(15%), 태양열 23개(11%), 지열 10개(5%), 연료전지 10개(5%)의 순서이다. 폴리실리콘, 태양전지, 연료전지 등의 경우 대규모 투자와 높은 기술력이 요구되는 것이 현실이므로 자본과 기술력을 보유한 대기업이 사업을 수행하는 반면 잉곳, 웨이퍼 및 모듈생산은 소규모 투자와 낮은 기술 장벽으로 사업진출이 용이하여 중소기업 등의 참여도가 높은 편에 속한다.

태양광 산업

태양에너지(빛)를 반도체로 구성된 태양전지를 이용해 전기에너지로 변환시키는 것을 태양광 발전이라고 하며 신재생에너지 산업의 핵심이다. 태양전지의 원리는 반도체의 원리와 유사하며 고순도의 폴리크리스탈린 실리콘으로부터 제조된다. 규소에서 추출한 석영을 탄소 화합물과 혼합하여 가열하는 과정을 통하여 생산한 금속 실리콘(MG-Si)을 가용로에 투입한 뒤 이를 염산과 같이 300℃에서 화학반응 시켜 순도를 높인 삼염화실란(SiHCl₃)을 생성시킨다. 이를 다시 수소와 함께 1,100℃의 온도로 처리하여 고순도의 다결정 실리콘을 만들게 된다(지멘스 방식). 폴리실리콘은 잉곳제조공정을 거쳐 웨이퍼로 만들어진다. 단결정 실리콘은 고순도의 다결정 실리콘을 1,500℃ 정도로 가열하여 녹인 뒤 필요한 불순물을 첨가하여 만들게 된다. 다결정 실리콘의 경우 약 1,400℃의 온도로 녹인 다결정 실리콘을 굳힌 뒤 잘라서 웨이퍼를 만든다. 태양전지의 최소단위를 셀이라고 하며 여러 개를 직렬로 연결하여 수 볼트(V)에서 수백 볼트(V)이상의 전압을 얻도록 패널 형태로 제작한 것을 모듈이라고 한다. 또한, 모듈을 여러 개로 이어서 설치한 것을 어레이라고 한다. 폴리실리콘, 셀 및 모듈 공정에서의 작업내용과 유해인자는 [표 1]과 같다.

[표1] 태양전지의 제조공정 별 작업내용과 유해인자

산 업	공 정	작업내용	노출 유해인자
폴리실리콘	투입	분말상태 메탈실리콘을 반응기 투입하는 작업.	메탈실리콘(Si)
	염산반응	메탈실리콘을 염산과 반응시켜 염화실란을 만들고 이를 증류시켜 삼염화실란 얻음.	SiCl ₄ , SiCl ₃ , SiH ₄ , SiHCl ₃
	화학기상증착	고온의 CVD 장비 내에서 순수 실리콘 분자를 증착시켜 폴리실리콘을 얻음(장차산업에 해당)	-
	절단파쇄	생산된 실리콘 막대를 파쇄하여 덩어리 형태(Chunk)로 만드는 작업	Si
	세척	불산, 질산을 사용하여 생산된 폴리실리콘의 표면을 처리하는 작업	불산, 질산 등
	포장	5~10kg 단위로 포장하는 작업	Si
웨이퍼	Stacking	폴리실리콘을 불순물(붕소 또는 인)과 함께 석영도가니에 쌓는 작업	Si
	Melting	1,420℃에서 실리콘을 용융하는 작업	
	Body Growing	용융액에 종자결정을 담고 원통 모양의 단결정을 형성시킴	
	절단가공	형성된 잉곳의 모서리 및 표면을 연마, 절단하는 작업	Si
셀	에칭 및 Texturing	표면반사손실을 줄이거나 입사경로 증가를 통해 흡수율을 높이기 위해 표면을 요철구조로 형성	불산, 질산, 수소산화나트륨 등
	확산	p형 기판에는 n형 불순물을 실리콘 속으로 밀어 확산시키는 공정.	POCl ₃
	산화막 제거	웨이퍼 표면에 남아있는 부산물(Phosphorus Silicate Glass)층을 제거	불산
	반사방지막 생성	태양전지의 반사도를 낮춰 효율을 올리기 위해 얇은 막을 증착	실란(SiH ₄)
	전극 형성	웨이퍼 전후면에 전자와 정공(양공)을 수집할 수 있는 전극을 만들어 주는 작업	은, 알루미늄, 유기용제류
	소성	페이스트의 잔류 유기용제를 날려 보내는 작업	유기용제류
	전·후면 절연	전후 측면에 형성된 불순물 등을 제거	
모듈	Tabbing & String	불량품을 분리하고 세척제(플렉스)를 분사하여 일렬로 배열하는 작업	플렉스, 이소프로판올
	Auto Bushing	태양전지의 (+) (-) 전극을 일렬로 도체리본과 함께 배열 납땜하는 작업	납, 주석, 동 합금
	Arraying & Setting	납땜이 된 태양전지를 필요한 수만큼 배열하여 태양전지 모듈 형태로 세팅하는 공정	납, 주석, 동 합금
	Laminating	열경화성 수지, 유리, EVA, 태양전지 회로를 적층한 후 가열 밀봉압착	
	외관검사	완성된 셀의 외관을 검사하고 불량품을 제거	

태양열 산업

태양열은 태양으로부터 오는 광선을 흡수해서 열에너지로 변환, 저장시켜 건물의 냉난방 및 급탕, 산업공정열, 열발전 등에 활용하는 기술이다. 태양에너지 이용은 같지만 태양광 산업이 태양에너지를 전기적 에너지로 변환시키는 것에 비해 단순화된 장치를 이용하여 태양열을 이용하는 것이 특징이다. 태양열을 집광장치를 이용하여 모은 후 직접 열원으로 사용하는 장치도 있으나 집열판을 이용하여 열을 모으는 경우가 태양열 산업의 대부분을 차지하고 있다. 태양열 산업의 제조공정과 유해인자는 [표 2]와 같다.

[표2] 태양 열산업의 제조공정 및 노출 유해인자

공정	작업내용	노출 유해인자
프레스/탱크 제작	축열조나 배관 등을 제작을 위해 철판을 자르고 원하는 모양과 크기로 절곡 또는 프레스한 후 가용접	소음
용접	가용접된 부품에 최종적으로 용접을 실시하여 중간제품을 생산하는 공정	용접흄
수입 검사	내부의 배관에 누수가 있거나 일정한 압력에 견딜 수 있는지를 가압시험을 통해 확인	
도장	제품의 외장에 도장 실시	혼합유기용제
보온/발포	축열조 등에 우레탄 발포제를 이용하여 보온작업 실시	TDI/MDI
검사	완제품에 대한 검사	

풍력산업

풍력발전은 바람의 에너지를 전기에너지로 바꿔주는 장치로서, 풍력발전기의 날개를 회전시켜 전기를 생산한다. 날개의 회전은 발전기로 연결되는데 전자석의 원리에 의해 전기가 발생된다. 풍력발전기는 블레이드(날개), 나셀커버, 타워, 단조제품 제조, 전력부품(증속기, 발전기, 인버터) 등으로 구성된다. 풍력산업의 제조공정별 작업내용과 유해인자는 [표 3]과 같다.

[표3] 풍력산업의 제조공정 및 노출 유해인자

산업	공정	작업내용	노출 유해인자
날개 제작	성형	날개 형태의 몰드 위에 유리섬유를 약 40~70장 적층하고 에폭시 레진을 주입한 성형 및 건조	유리섬유에폭시레진
	탈형	제작한 날개를 몰드에서 분리	
	Sanding	제작된 날개를 그라인더를 사용하여 표면을 가공	분진
	도장	도장부스에서 날개를 스프레이 도장하는 작업	혼합유기용제
타워 제작	절단	철판을 벤딩하기 위해 치수에 따라 절단	소음, 금속흄
	개선	절단된 철판의 내면을 사선으로 깎아주는 작업	산화철 분진/흄
	Bending	벤딩장비를 사용하여 철판을 원형으로 변형시켜줌	
	단관용접	유압장치와 상하구동 롤을 이용 단관을 가용접	용접흄
	조립	가용접된 단관의 이음면을 용접하는 작업	용접흄
	조립	용접된 Subsection을 길이방향으로 조립	용접흄
	용접	고성능 자동용접기로 내외부 단관 연결부를 용접	용접흄
	Shot blasting	도장작업 전 쇠파스를 이용하여 표면을 연마	산화철 분진
단조제품 (샤프트 등)	산소절단	산소절단기를 이용하여 양끝을 용도에 따라 절단	소음, 금속흄
	가열	단조 실시 전에 가열로에서 가열	고열
	단조 (프레스)	가열된 제품을 단조기로 압착하여 형태를 만들	고열
	열처리	제품 강도를 높이기 위해 가열로에서 열처리 실시	고열
	가공	단조품에 대해 선삭가공 등을 실시	절삭유
	방청	제품이 녹이 생기지 않도록 방청유 등을 칠함	방청제

바이오산업

바이오에너지 이용기술이란 바이오매스(Biomass, 유기생성물체를 총칭)를 직접 또는 생화학적, 물리적 변환과정을 통해 액체, 가스, 고체연료나 전기, 열에너지 형태로 이용하는 기술이다. 바이오에너지는 기술에 따라 동식물성 유지 원료를 이용하여 차량연료로 사용하는 바이오디젤, 가축분뇨나 음식쓰레기, 하수처리 오니 등 유기성 폐기물을 혐기성 상태에서 소화시켜 발생한 메탄가스를 발전용 등으로 자원화하는 바이오가스, 목재나 목재가공 부산물을 분쇄하여 분상으로 만든 후 건조과정을 거쳐 성형한 바이오펠릿 등으로 구분할 수 있다(공정별 유해인자는 [표 4] 참조).

[표4] 바이오 산업의 제조공정 및 노출 유해인자

산 업	공 정	작업내용	노출 유해인자
바이오 디젤	원료투입	입고된 원료를 반응장치에 투입	
	혼합/분순물제거	원료와 메탄올을 혼합하고 원료 등에 함유된 불순물을 제거하는 작업	메탄올, 소음
	에스테르화	장치 내에서 60℃, 상압 조건에서 수십 분간 에스테르화를 진행시키는 작업	메탄올/글리세롤, 소음
	분리/포장	생산된 바이오디젤과 글리세롤을 분리하고 포장하는 작업	소음
바이오 가스	플랜트설치	콘크리트 및 철골 구조물을 세우고 설비 및 배관 등을 연결하여 설치하는 작업	용접흠, 분진, 유기용제, 소음
	플랜트 운전	설비된 발전 플랜트를 운전하여 전력을 생산	소음, 메탄가스
바이오 펠릿	원료입고	개별된 목재 등을 트럭 등에서 하차시켜 모음	
	분쇄	통나무 목재를 분쇄기에 투입하여 톱밥화합	소음, 목재분진
	건조	톱밥을 건조기에 넣어 수분을 제거함	소음, 목재분진, 고열
	성형	고온의 성형기 내에서 가압하여 톱밥을 펠릿화	소음, 고열
	포장	생산된 펠릿을 일정 용량에 따라 포대에 담기	소음

지열산업

지열에너지는 물, 지하수 및 지하의 열 등의 온도차를 변환시켜 주로 냉난방에 활용하는 기술이다. 지표면 가까이의 땅속 온도는 대략 10℃~20℃ 정도를 유지하므로 온도차를 이용하기 위해 히트펌프를 가동하여 냉난방시스템에 적용한다. 우리나라 일부 지역의 심부(지중 1~2km) 지중온도는 80℃ 정도로서 직접 냉난방에 이용이 가능하다. 지열을 이용하는 산업은 기본적으로 수백 내지 수 킬로미터 깊이의 심부 지열을 이용하는 대규모의 발전시스템과 가정용 또는 소규모 산업용으로 냉난방을 위해 100 내지 150미터 정도의 지열을 이용하는 시설로 구분될 수 있다. 공정별 유해인자는 [표 5]에 정리하였다.

[표5] 지열산업의 공정 및 노출 유해인자(가정용/소규모 산업용)

공 정	작업내용	노출 유해인자
토양 천공	직경 15cm 내외의 구멍을 천공기 사용 뚫는 작업 (통상 습식으로 진행)	소음, 분진
PE 배관/밀봉	PE관을 원하는 깊이까지 배관하고 빈 공간을 충전재로 메우는 작업	분진(벤토나이트)
열매체 주입	물과 알코올/에틸렌글리콜을 펌프 등을 사용하여 배관에 주입하는 작업	소음, 에탄올, 에틸렌글리콜
배관 설치	히트펌프, 열교환기 및 지중 열교환부를 배관을 이용하여 연결하는 작업	용접흠

연료전지

연료전지는 수소와 산소의 화학반응으로 생기는 화학에너지를 직접 전기에너지로 변환시키는 기술로 고도의 기술이 요구되는 산업에 속하지만 환경오염이 전혀 발생하지 않아 매우 친환경적이다. 연료전지는 개발의 역사에 따라 여러 형태가 존재하며 국내에서는 현재 용융탄산염 연료전지(MCFC)가 생산되고 있으며 고체산화물질형(SOFC)의 경우에는 현재 연구개발 단계 수준에 머무르고 있다. 고분자전해질형(PEMFC)은 전기자동차용과 가정용으로 적용되고 있다. 연료전지 산업은 대규모의 투자 및 자본과 기술집적을 요하는 산업으로 부가가치가 비교적 큰 산업에 해당한다 ([표 6] 참조).

[표6] 연료전지의 생산공정 및 노출유해인자

공정	작업내용	노출 유해인자
소재 입고	부품들을 국내외 제공업체로부터 납품받음	
조립	기계적 파트, 전기적 파트 및 연료전지 셀 스택을 각각 별도의 시스템으로 조립 종합하여 제작	용접흄, 유기용제
검사	완성된 플랜트에 대한 성능검사	

도시쓰레기의 연료화

도시에서 대량으로 생성되는 생활쓰레기는 최종처리를 위해 매립하거나 연소시키는 경우가 대부분이다. 매립은 대규모의 땅과 사후 관리를 필요로 하며, 연소는 최종 처리량을 크게 줄일 수는 있지만 쓰레기만으로는 열원으로는 불충분하여 보조연료가 필요하고 대기오염물질을 발생시키는 단점을 지니고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 도입된 방안이 도시쓰레기를 선별 재가공한 RDF(Refuse Derived Fuel)이다. RDF는 쓰레기 중에서 연소 용이한 부분만 골라내어 고형화하여 연료로 사용하는 것이다. 플라스틱의 함량이 비교적 낮고 대신 종이 성분이 들어 있어 열량은 4,500~5,000 kcal/kg 정도이다. 도시쓰레기 중에서 플라스틱 성분만을 별도로 골라서 고형화한 것을 RPF(Refuse Plastic Fuel)라고 부르며 RPF는 플라스틱성분이 60% 이상 함유되어 있어 열량은 RDF보다 높은 7,000~8,000 kcal/kg 정도에 이른다. 국내에서 현재 성공적으로 가동되고 있는 RDF 사업장의 주요 공정별 작업내용과 유해인자는 [표 7]에 종합하여 제시하였다.

[표7] RDF의 생산공정 및 노출유해인자

공정	작업내용	노출 유해인자
입고	도시쓰레기를 청소차로부터 쓰레기 핏트에 모으고 생산시설에 투입하는 과정	소음, 생물학적 인자
파쇄	회전 칼날 등을 이용하여 쓰레기를 파쇄함	소음, 생물학적 인자
건조	로타리 킬른 등 장비 내에서 쓰레기가 함유한 수분을 제거하여 제품의 연소성을 높임	소음, 고열, 생물학적 인자
선별	풍력과 자력 등을 이용하여 쓰레기의 가연성 부분을 토사나 금속으로부터 분리	소음, 자력
성형	가연성 부분을 압착하여 RDF를 완성	소음
출하	RDF를 대형 용기에 저장하고 필요에 따라 출고	소음



IV. 정책제언

태양광을 비롯한 신재생에너지 산업은 새로운 국가적 먹거리 산업으로 향후 발전 가능성이 무한한 사업이지만 다양한 화학물질을 비롯한 유해인자가 생산 공정 내에 존재하고 있어 근로자가 직업성질환에 이환된 우려를 지니고 있다. 따라서 근로자가 노출될 수 있는 유해인자에 대한 연구를 통한 관심과 지속적인 관리가 이루어져야 한다.



V. 향후과제

20세기 말부터 국내외적으로 신재생에너지산업은 지속적으로 성장하고 있지만 대규모 투자가 요구되는 장치산업을 제외하고는 별개의 단위 공장이나 사업으로서 보다 기존의 산업과 혼재되어 있는 경우가 많다. 일부 사업의 경우에는 건설업의 일부로 추진되는 등 산업의 정의와 구분이 명확히 드러나고 있지 못한 것이 현실이다. 국제유가나 경기의 흐름에 민감한 산업의 특성상 현재로서는 반도체와 같은 독자 산업으로서의 기반구축에 다소 시간이 걸릴 것으로 보이며, 직업보건학적으로 별도의 산업재해나 직업병에 대한 통계를 마련하고 관리방안을 수립하기 위한 그림을 그리기가 녹록하지 않아 보인다. 다만 세계적 경기회복과 대기업의 투자가 활성화되면 국제적인 경쟁력을 확보하여 국내에서 동 산업이 활성화될 수 있으므로 이를 대비하여 지속적인 관심을 기울일 필요가 있다. 다양한 화학물질이 사용되고 있는 산업의 특성을 고려하면 유해인자에 대한 체계적 관리방안 등을 위한 연구를 지속 추진할 필요가 있다.



참고문헌

- 데이코산업연구소, 신재생에너지 산업동향과 핵심기술개발전략, 데이코, 2012.
- 손재익, 정재학, 김혜경, 연료전지 개론, 서울산업대학교 에너지기술인력양성센터, 아진, 2009
- 에너지관리공단 산-재생에너지 센터, 2010년 신재생에너지 통계, 2011.
- 에너지관리공단 산-재생에너지 센터, 국내 산-재생에너지 보급현황, 2012.
- 한국산업마케팅연구소, 2012 Blue-Economy 신재생에너지 분야별 산업 동향과 사업 전략, 한국산업마케팅연구소, 2012.
- Business Information Research, 2011 산-재생에너지 산업기술 총서, BIR, 2012.
- European Renewable Energy Council, Mapping Renewable Energy Pathway toward 2020: EU Roadmap, 2011
- Fumio S, Semiconductor silicon crystal technology, Academic Press, Inc., 1989.
- International Energy Agency, World Energy Outlook 2010.
- Renewable Energy Network for the 21st Century, Renewables 2010; Global status report, 2010.
- William C.O., Robert B.H., Lee P.H, Handbook of semiconductor silicon technology I, Noyes Publication, 1990.
- William C.O., Robert B.H., Lee P.H, Handbook of semiconductor silicon technology II, Noyes Publication, 1990.

유방암의 직업적 위험요인 및 평가 방안

직업건강연구실 이새롬 연구위원

요 약 문

- **배경 및 문제점:** 유방암은 연령표준화발생률이 비교적 높고 증가추세에 있는데 이는 다양한 원인으로 설명된다. 이러한 발생률의 증가와 함께 최근 야간작업을 포함한 교대근무와 같은 직업적으로 노출 가능한 유방암의 특정 유해인자가 알려지면서 관심이 증가하고 있으며, 실제로 산재요양급여 신청 사례 또한 증가하여 관련 유해인자에 관한 연구 및 조치에 대하여 종합적으로 검토할 필요성이 제기되고 있다.
- **목적:** 유방암과 관련된 직업적 유해인자 및 노출 가능 근로자 파악하고 이들에게서 발생한 유방암 평가 방안을 제시하면서 향후 수행해야 할 연구 및 조치에 대하여 제언하고자 하였다.
- **조사 및 분석내용:** 유방암의 직업적 위험 요인은 X-선, 감마선, 산화에틸렌, 폴리염화바이페닐, 교대근무 등이다. 덴마크에서는 야간근무를 20년 이상 수행하고 유전적 위험요인이 없는 경우 업무관련성을 인정하고, 미국에서는 특정 사업장에 특정 시기에 근무한 근로자 코호트를 구축하여 최초 노출 이후 최소 5년이 경과한 경우 인정한다. 현재까지 산업안전보건연구원에 의뢰된 역학조사는 19건으로, 11건은 조사중이고 업무관련성이 인정된 것은 아직 없다. 유해인자별 노출 평가의 경우 방사선은 누적노출량 평가를 통한 인과확률 계산법을 사용하고, 교대근무는 명확한 기준이 확립되어 있지 않은 상태. 사업장에 여러 가지 위험요인이 혼재하는 경우 인과관계를 판정하는 것에는 제한점이 따른다. 근로자에서 발생할 수 있는 유방암에 대한 예방 및 관리 조치는 집단건강검진 보다는 그 위험요인에 대한 평가와 관리에 초점을 두는 것이 합리적이다.
- **정책제언:** 유해요인의 노출과 유방암간의 인과관계 평가 방안 연구 및 간호사/보건 의료인 코호트 구축이 필요하다. 여러 유해인자들의 공동영향연구 및 인과관계 평가 기준 마련은 향후 유방암의 업무관련성 평가에 도움이 될 것이며, 간호사 및 보건의료인은 여러 가지 유방암 유해인자에 동시에 노출 가능한 집단으로 이들을 대상으로 한 연구 결과를 기초 자료로 활용이 가능하다.
- **향후계획:** 근거가 없는 일시적 건강검진 보다는 유해요인의 건강영향에 대한 정량적 연구를 수행하기 위한 유방암 유해인자 노출군 코호트를 구축하여 연구결과를 도출하고 이를 통하여 유방암 업무관련성 평가를 위한 인과관계 평가 및 관리 방안을 마련해야 한다.



I. 배경 및 문제점

유방암은 유방의 유관을 둘러싸는 상피 또는 유방 소엽에서 기원하는 악성 종양으로, 2011년 여자의 주요 암 연령표준화발생률로 보았을 때 1위 암인 갑상선암(10만 명당 113.8명) 다음으로 2위를 차지하였으며(10만 명 당 50.0명), 1999년부터 2011년까지 발생 증가율 순위 또한 갑상선암(23.7%) 다음으로 2위를 차지하여 연간 6.1%의 증가 경향을 보이고 있다. 이는 이른 초경, 늦은 폐경, 늦은 결혼 및 출산, 모유 수유 경험 등 에스트로겐에의 노출 증가 및 고지방식, 비만, 기타 유해인자 노출 등으로 설명된다. 또한, 유방암 검진 수검률의 꾸준한 증가도 한 요인으로 작용할 것으로 예상하고 있다.

이러한 발생률의 증가와 함께 최근 야간작업을 포함한 교대근무 등이 유방암과 관련되어 있다는 연구결과가 알려지면서 관심이 증가하고 있으며 실제로 유방암이 발생한 간호사 및 보건의료인에서의 산재요양급여 신청 사례 또한 발생하였다. 따라서 현재까지 알려진 유방암과 관련된 직업적 유해인자 및 노출 가능 근로자를 파악하고, 유방암의 업무관련성을 어떻게 평가할 것인지, 보다 명확한 판단과 예방을 위해 향후 어떤 연구 및 조치가 필요한지에 대하여 검토할 필요가 있다.



II. 목적

최근 유방암의 발생이 증가하고 있고, 관련 유해인자의 건강영향에 대한 관심이 증가되면서 이에 따른 산재요양급여 신청 사례 발생 및 관련 대책 마련이 촉구되고 있다. 이에 따라 유방암과 관련된 직업적 유해인자 및 노출 가능 근로자 파악하고 이들에게서 발생한 유방암을 어떻게 평가할 것 인지를 외국의 업무상 질병 인정 사례 및 국내사례 검토를 통해 제시하고자 한다. 또한, 향후 수행 해야 할 연구 및 조치에 대하여 제언하고자 한다.



III. 조사 및 분석내용

유방암의 직업적 위험 요인 및 노출 공정

국제보건기구 산하 국제암연구소(International Agency for Research on Cancer, IARC)가 분류한 유방암 발생의 유해인자로는 알코올음료, 디에틸stil베스트롤, 에스트로겐-프로게스테론 피임약 및 폐경기 호르몬 요법, X-선 및 감마선이 충분한 근거(sufficient evidence)의 유해인자로 분류되고 있으며, 디곡신, 에스트로겐 폐경기호르몬 요법, 산화에틸렌, 폴리염화바이페닐, 생체주기의 혼란(circadian disruption)을 가져오는 교대근무, 흡연 등이 제한적 근거(limited evidence)의 유해인자로 분류되고 있다. 이 중 직업적으로 노출 가능한 위험 요인은 X-선, 감마선, 산화에틸렌, 폴리염화바이페닐, 교대근무 등이다(표 1 참조).

[표1] 국제암연구소의 분류에 따른 위험요인

충분한 근거	제한적 근거
알코올음료	디곡신
디에틸stil베스트롤	에스트로겐 폐경기 호르몬 요법
에스트로겐-프로게스테론 피임약	산화에틸렌
에스트로겐-프로게스테론 폐경기 호르몬 요법	폴리염화바이페닐
X-선	체내 일중변동을 교란하는 교대근무
감마선	흡연

X-선 및 감마선과 같은 전리방사선은 X-선 장치의 사용 또는 X-선 발생을 수반하는 당해 장치의 검사업무, 싸이크로톤, 베타트론, 기타의 하전입자를 가속시키는 장치의 사용 또는 방사선의 발생을 수반하는 당해 장치의 검사업무, X-선관 또는 케노트론의 가스 빼기 또는 X-선 발생을 수반하는 검사업무, 방사선 물질을 장비하고 있는 기기의 취급업무, 방사선을 방출하는 동위원소인 방사선 물질 또는 이것에 오염된 물질을 취급하는 업무, 원자로의 운전업무, 갱내에서의 핵연료 물질 굴채업무 등의 공정에서 노출 가능하다. 산화에틸렌은 훈증제, 멸균제, 진균 살균제, 유기합성의 시약, 보건의료품 생산, 1,2-에탄올 부동액, 테레프탈산, 병제조용 폴리에틸렌, 폴리에스테르, 비전리성 표면장력제 등을 제조하는 공정에서 노출 가능하다. 폴리염화바이페닐(PCB)은 PCB가 함유된 윤활유, 가소제 등을 사용하는 공정, 오래된 변압기, 형광등장치, 축전지 등을 제조하거나 수리하는 공정에서 노출 가능하다.

국외 유방암 업무상질병 인정 사례

유방암을 직업성암으로 직접적으로 언급하고 있는 나라는 덴마크, 사우디아라비아, 영국, 타이완 등이고, 직접적으로 질병명을 언급하지 않은 국가에서도 유해인자별로 업무관련성을 평가하여 인정하고 있다.

덴마크에서는 2007년 최초로 음주량이 적고, 가족력이 없는 저위험군(low risk)에서 20년 이상 야간작업을 포함한 교대 근무를 한 경우를 업무상질병으로 인정하였다. 이후 2009년 야간근무로 인한 유방암 산재요양신청 78건 중 38건이 업무상질병으로 요양 승인되었다. 유전적 유방암 위험요인이 있는 경우는 승인 거절되었고, 적어도 주 1회 이상의 야간근무를 20~30년간 수행한 경우 인정되었다.

미국에서는 에너지 근로자 업무상질병 보상부(Division of Energy Employees Occupational Illness Compensation, DEEOIC)를 운영하여 특정노출군코hort(Special Exposure Cohort Employees, SEC)에서 발생한 유방암을 업무상 질병으로 인정하고 있다. 특정노출군코hort에 포함된 경우 미국산업안전보건연구소(NIOSH)의 방사선량 재구성 혹은 인과관계 가능성 평가의 결정 없

이 보상받고 있다. 근로자는 22가지의 지정된 암종(유방암 포함) 중 하나 이상을 진단받고 특정노출군코호트로 지정된 작업장에서 지정된 시기에 근무해야 한다. 유방암의 경우 최초 노출 이후 최소 5년 경과 후 발생한 경우를 인정하고 있다.

EUROGIP 보고서에 의하면 2007년 프랑스에서 유방암이 업무상질병으로 인정된 사례가 1건 있었으나 자세한 유해인자 및 직력은 찾을 수 없었다.

국내 사례 검토

2014년 10월 현재까지 산업안전보건연구원에 의뢰된 역학조사는 표 2와 같이 19건이 조사된 바가 있다(표 2).

[표2] 산업안전보건연구원에 의뢰된 유방암 역학조사 현황

연번	의뢰년도	업종대분류	업종중분류/직종/업무	추정 유해인자(근로자 주장 유해인자 포함)	노출기간	관련성
1	2006	기타	실험실	기타 화학물질		기타
2	2010	제조업	전자제품 제조업	교대근무, 기타 화학물질	5년	판정불가
3	2011	제조업	수송용기계기구제조업	교대근무, 기타 화학물질	12년(교대근무 2년)	낮음
4	2012	제조업	수송용기계기구제조업	기타 화학물질 및 분진	34년	낮음
5	2012	제조업	전자제품 제조업	전리방사선, 교대근무, 기타 화학물질	4년 8개월	낮음
6	2012	기타	실험실(유전자 검사 등)	기타 화학물질		기타
7	2012	제조업	전자제품 제조업	교대근무, 기타 화학물질	5년 2개월	낮음
8	2012	제조업	전자제품 제조업	교대근무, 기타 화학물질	1년 5개월	낮음
9	2013	제조업	전자제품 제조업	기타 화학물질	4년	조사중
10	2013	제조업	전자제품 제조업	교대근무, 전리방사선, 기타 화학물질	16년 7개월	조사중
11	2014	기타	임상병리사	교대근무	13년 7개월	조사중
12	2014	기타	간호사	교대근무, 전리방사선, 산화에틸렌 및 기타 화학물질	11년 1개월	조사중
13	2014	기타	간호사	교대근무, 전리방사선, 산화에틸렌 및 기타 화학물질	7년 10개월	조사중
14	2014	기타	문화재 보존 처리	기타 화학물질	6년 10개월	조사중
15	2014	제조업	전자제품 제조업	전리방사선, 기타 화학물질	5년 0개월	조사중
16	2014	제조업	전자제품 제조업	전리방사선, 기타 화학물질	8년 0개월	조사중
17	2014	제조업	전자제품 제조업	기타 화학물질 및 레이저	14년 2개월	조사중
18	2014	제조업	전자제품 제조업	전리방사선, 기타 화학물질	4년 4개월	조사중
19	2014	기타	간호사	전리방사선, 교대근무, 산화에틸렌	12년 8개월	조사중

연도별로는 2006년, 2010년, 2011년에 각 1예씩 의뢰되었고, 2012년 5예, 2013년 2예, 2014년 9예가 의뢰되었다. 11건은 조사 중, 5건은 관련성 낮음, 2건 반려, 1건 판정불가(쟁점)로 업무관련성이 있다고 판단된 사례는 아직 없었다. 업종 대분류별로는 제조업이 12건, 기타의 사업 7건이었다. 제조업 12건 중 전자제품제조업이 10건, 수송용 기계 및 기구 제조업이 2건이었고, 기타의 사업 7건에는 간호사 등 보건의료종사자 4예, 실험실 근무자 2예 등이 포함되었다(표 2). 유방암의 업무관련성,

특히 야간작업이나 교대작업의 영향에 대해 판단하기 위해서, 역학조사평가위원회는 현재 다각적인 전문가의 의견을 포함한 검토를 진행 중이다.

유해요인별 업무관련성의 평가

방사선은 누적노출량을 평가하는 것이 중요한데 국내에서는 미국 국립보건연구원(National Institute of Health, NIH)에서 개발한 인과확률 계산법을 기초로 하여, 방사선보건연구원에서는 한국인의 기저암발생률에 기초하여 개발한 인과확률(probability of causation) 계산 프로그램을 주로 사용한다. 계산식은 방사선 피폭에 의한 초과위험도를 방사선에 피폭되지 않은 일반 인구집단의 기저 암 위험도와 방사선 피폭에 의한 초과위험도를 더한 값으로 나누어 계산한다. 이는 방사선작업종사자에서 암 발생시 그 인과도를 평가하기 위해 개발되었으며 불확실성을 반영하여 인과확률을 신뢰구간으로 평가한다. 현재 인과확률 분포는 주로 50백분위수를 이용하며 유방암과 같은 고형암은 인과확률이 50%를 초과하는 경우 업무관련성이 인정된다.

교대근무의 경우 기존 연구결과를 바탕으로 할 때 대부분 20년 이상 장기간 교대근무를 한 경우 유의하게 비차비 혹은 위험비가 증가하는 것으로 나타났다(표 3 참고). 교대근무라는 요인의 특성상 교대근무를 수행한 기간으로 노출 수준을 평가하는 것이 적절하지만 업무관련성 평가를 위해 기준이 되는 명확한 기간은 확립되어 있지 않은 상태이다.

[표3] 교대근무와 유방암의 위험도 평가

요인	조사내용	간행년도	유의노출수준	OR 혹은 RR (95% CI)	노출기간
2006	Hammer GP 등	2014	기간 세분화 없음	SMR 1.06 (0.89-1.27)	비행기 승무원 코호트연구
2006	Grundy A 등	2013	30년 이상	2.11 (1.14-4.31)	health occupation 하위그룹 분석 시 3.11 (1.10-8.77)
2006	Fritschi L 등	2013	30년 이상	1.21 (0.94-1.57)	환자-대조군연구
2006	Knutsson A 등	2013		2.15 (1.10-4.21)	60세 이상에서, 다양한 직종, 코호트연구
2006	Hansen 과 Stevens	2011	5-9년 10-19년 20년 이상	2.3 (1.4-3.5) 1.9 (1.1-2.8) 2.1 (1.3-3.2)	간호사, 덴마크 코호트내 환자대조군
2006	Lie 등	2011	12년 이상	1.3 (0.9-1.8)	간호사, 노르웨이 코호트내 환자대조군
2006	Lie 등	2006	30년 이상	2.21 (1.10-4.45)	간호사, 노르웨이 코호트내 환자대조군
2006	Schernhammer 등	2006	20년 이상	1.79 (1.06-3.01)	간호사, 코호트연구
2006	Schernhammer 등	2001	30년 이상	1.36 (1.0-1.78)	간호사, 코호트연구

산화에틸렌 및 폴리염화비페닐과 같은 유해인자의 경우 미국산업보건연구소에서 정한 권고노출기준(REL) 및 산업안전보건청(OSHA)의 허용노출기준이 정해져 있다. 발암잠재력 및 유해인자의 일일 평균 노출량을 이용해서 초과발암위해도를 계산할 수 있다.

사업장에 여러 가지 위험요인이 함께 존재하는 경우 인과관계를 명확히 판정하는 것에는 어려움이 따른다. 혼합화학물질의 경우는 독성이 비슷한 물질이 공기 중에 존재하고 그 표적 장기가 동일하다면 이들이 상가작용(additive effect)을 일으킨다고 가정하고, 독성이 서로 다른 물질이 혼합되어 있을 경우 각각에 대하여 독립적으로 노출기준을 적용하게 된다. 그러나 유방암의 경우 산화에틸렌이나 폴리염화비페닐과 같은 화학적 유해인자뿐 아니라 전리방사선과 같은 물리적 유해인자 및 교대근무로도 발생 위험이 높아질 수 있으므로 이를 동일하게 적용하여 평가하기에는 문제점이 있다.

근로자를 대상으로 한 유방암 집단검진의 필요성에 대한 고찰

다수의 과학자들은 유방암의 선별검사는 50세 이후부터 시행할 것을 권장하며, 40대 혹은 그 이하 젊은 나이의 선별검사는 근거가 불충분하거나 실익이 없다고 판단하고 있다. 한편, 최근 한 매스컴에서 유방암 사망률이 OECD국가 최저 수준이라며 “적극적인 유방암 검진이 생존율을 높이고, 사망률을 낮추는 지름길”이라는 분석결과가 제시된 적이 있어 사회적 이목을 끌었다. 이러한 주장은 지금까지 알려져 왔던 ‘유방암 검진은 과잉진단과 과잉진료’라는 견해를 반박하는 결과라는 기사가 보도되기도 했다. 그러나 검진 효과는 생존율 증가가 아닌 사망률의 감소로 평가하며 사망률 또한 외국과 비교하지 않고 국내에서의 변화 추세로 비교하는 것이 옳다. 과연, 유방에 종괴가 촉지되기 전 유방암을 검진할 필요가 있는지에 대한 의문도 제기된다. 의학적인 논란이 되는 주제에 대해 다양한 연구들을 모아서 분석해 보는 과학잡지인 [근거 중심 의학전문지 코크란리뷰(Cochrane review)]의 한 연구결과에 의하면, 선별검사인 유방방사선촬영(맘모그래피)에 의해 질병이나 사망으로 진행되지 않을 병변에 대하여 불필요한 종괴절제술 혹은 방사선치료를 받게 된다고 주장한다. 선별검사가 15%의 사망률을 감소시킨다고 추정할 경우 과다진단 및 과잉진료는 30%에 다다른다. 이는 여성 2,000명이 10년 동안 맘모그래피로 유방암 검진을 받을 때 조기 진단 덕택으로 사망하지 않은 경우는 1명에 그치고, 건강한 10명은 불필요한 치료를 받은 것이 된다. 또한, 200명 이상은 암이 아닌데도 수년간 불안과 정신적 스트레스에 시달려야 한다는 것을 의미한다.

서양인과 우리나라 사람이 유방암 위험요인은 비슷하지만, 우리나라의 유방암 발생 여성은 연령층이 젊은 것 또한 유방암 검진의 필요성에 대한 고려에 있어서 중요한 문제가 된다. 우리나라의 50세 미만의 비교적 젊은 여성들은 비만, 초경 연령, 임신 및 분만에서 유방암의 위험인자에 노출될 소지가 많은 세대라고 볼 수 있으나 또 하나의 중요한 요인은 50대 이전의 젊은 여성이 유방암 검사를 할 기회가 상대적으로 많기 때문이다. 젊은 나이에 정기적 유방검진을 하게 될 때의 방사선

노출증가, 불필요한 조기진단 등의 위험성도 고려되어야 한다.

그러므로 근로자에서 발생할 수 있는 유방암에 대한 예방 및 관리 조치는 현재 국가암검진 사업에서 실시하고 있는 검진 일정(40세 이후 실시) 외에 실시하는 집단건강검진 보다는 그 위험요인에 대한 평가와 관리에 초점을 두는 것이 합리적이다.



IV. 제언

유해요인의 노출과 인과관계 평가 방안 연구

여러 종류의 위험요인이 복합적으로 작용하는 유방암의 경우 특정 유해인자 노출에 의한 업무관련성을 평가하는 것은 어려운 일이다. 또한, 근로자가 동시에 두 가지 이상의 유해인자에 노출되는 경우 유해인자 간의 상승작용(synergistic effect) 혹은 길항작용(antagonistic effect)이 있는지 상호작용 여부를 확인하는 것이 필요하다. 이러한 유해인자들의 공동영향(join effect) 연구 및 인과관계 평가 기준 마련은 향후 근로자들에게서 발생할 수 있는 유방암의 업무관련성 평가에 도움이 될 것으로 사료된다.

간호사 및 보건의료인 코호트 구축

간호사 및 보건의료인은 교대근무뿐 아니라 전리방사선, 산화에틸렌 등 유방암의 유해인자에 동시에 노출 가능한 집단이다. 그러므로 이들을 대상으로 한 연구는 앞서 언급한 인과관계 평가 기준 마련의 기초 자료로 활용이 가능하다. 단기적으로 단면연구 혹은 환자대조군을 수행할 수도 있으나 연구설계의 특성상 인과관계를 명확히 설명하기 어렵다. 반면 코호트 연구는 노출과 질병과의 시간적 선후관계가 명확하여 인과관계를 설명하는 데 유용하다. 실제 네덜란드에서는 교대근무와 유방암의 상관관계를 연구하기 위한 59,947명 규모의 간호사 코호트(나이팅게일 스터디)를 구성하여 연구 진행 중에 있다. 외국의 코호트 연구 결과를 통하여 위험요인에 따른 발생비를 추정할 수도 있다. 그러나 서구와 우리나라의 호르몬 노출 및 수용체 발현 수준 차이 등 생물학적 특성 차이를 고려하지 않은 연구결과를 무조건적으로 차용하기에는 제한점이 있다. 그러므로 이러한 코호트 연구가 국내에서도 실시될 필요가 있다.



V. 향후과제

현재까지도 교대작업에 의한 유방암은 산재보상보험법상의 업무상질병으로 간주되고 있지 않으나 새롭게 밝혀진 위험요인은 유방암을 직업성 질환의 하나로 평가해야 하며, 그 기준 마련이 필요함을 시사한다. 앞서 언급하였듯 근거가 없는 일시적 건강검진 보다는 유해요인의 건강영향에 대한 정량적 연구를 수행하고 그 평가 기준을 만들어 체계적으로 관리하는 것이 중요하다. 따라서 유방암 유해인자 노출군 코호트를 구축하여 연구결과를 도출하고 이를 통하여 유방암 업무관련성 평가를 위한 인과관계 평가 및 관리 방안을 마련해야 한다.



참고문헌

김은아, 전희경, 김은주; 국가별 직업병분류 현황 관련 유형(types), 기준(criteria), 콘텐츠(contents) 분석. 산업안전보건연구원 연구보고서 2012.

의협신문. available from: <http://www.doctorsnews.co.kr/news/articleView.html?idxno=99447>

Gøtzsche PC and Jørgensen KJ. Screening for breast cancer with mammography. The Cochrane library 2013. available from: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/14651858.CD001877.pub5/pdf>

International Agency for Research on Cancer, IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. available from: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification>

United states department of labor, Office of Workers' Compensation Programs, Division of Energy Employees Occupational Illness Compensation (DEEOIC). available from: <http://www.dol.gov/owcp/energy/regs/compliance/law/SEC-Employees.htm>

Jacqui Wise, 2009; Danish night shift workers with breast cancer awarded compensation. BMJ 2009;338:b1152

Eurogip survey report, Work-related cancers: what recognition in Europe? EUROGIP-49/E, 2010.

U.S. Preventive Service Task Force. Final Recommendation Statement, Breast Cancer: Screening. available from: <http://www.uspreventiveservicestaskforce.org/Page/Document/RecommendationStatementFinal/breast-cancer-screening#clinical-considerations>





제31회 국제산업보건대회
31st International Congress on Occupational Health
www.icoh2015.org

산업보건의 글로벌 하모니: 세계를 하나로!

Global Harmony For Occupational Health:
Bridge the World

선진국과 개도국, 동양과 서양이 함께
새로운 지식과 경험을 공유하며
세계 산업안전보건의 발전을 위해 서로 협력하는
제31회 국제산업보건대회에 여러분을 초대합니다.

제31회 국제산업보건대회

31st International Congress
on Occupational Health

2015년 5월 31일 ~ 6월 5일
서울 코엑스

■ **주최** 국제산업보건위원회, 안전보건공단, 대한직업환경의학회

■ **후원** 고용노동부

■ 주요 행사

기조연설, 세미조연설, 정책포럼, 미니심포지엄, 특별세션 및 구두발표, 포스터세션, 산업안전보건전시회 등

■ 등록 안내

구 분	ICOH 회원		ICOH 비회원		
	일 반	개도국, 36세 미만, APOSHO 회원	일 반	개도국, 36세 미만	동반자
2014. 12. 15 까지	600,000원	300,000원	700,000원	400,000원	100,000원
2015. 1. 31 까지	700,000원	350,000원	800,000원	450,000원	150,000원
2015. 4. 30 까지	900,000원	450,000원	1,000,000원	550,000원	150,000원
현장등록	1,000,000원	500,000원	1,100,000원	600,000원	200,000원

■ 장소 및 기간

2015. 5. 31(일) ~ 6. 5(금) 서울, 코엑스(COEX)

■ 병행 행사

제30차 APOSHO 연차총회, 제10회 WHO-CC 글로벌 네트워크 회의, 제25회 한-중-일 산업보건학술집담회

■ 주요 일정

2014 10.31	2014 11.15	2014 11.30	2014 12.15
특별세션 발표요약문 마감	발표요약문 심사 및 선정	선정 공지	조기 등록 마감

■ 공식 언어

영어, 불어, 한국어

* 등록할인 및 발표요약문 제출관련 자세한 사항은 홈페이지 (www.icoh2015.org)를 참고하세요.



국제산업보건위원회
International Commission on Occupational Health



안전보건공단



대한직업환경의학회
Korean Society of Occupational & Environmental Medicine



고용노동부

제31회 국제산업보건대회 사무국 울산광역시 중구 중가로 400(북정동) (우)681-230 Tel : 052-703-0747-54 | Fax : 052-703-0326 | E-mail : icoh2015@kosha.or.kr