

대학병원 내 외래간호사의 포름알데히드 노출 평가

구동철¹ · 이채관^{2*} · 이재환¹ · 이수연¹ · 윤순영¹ · 한아름¹ · 김현주¹ · 박영범³ · 정성욱² · 문찬석⁴

¹양산부산대학교병원 직업환경의학과, ²인제대학교 부산백병원 직업환경의학과 환경·산업의학연구소,

³강원도립대학 식품가공제과제빵과, ⁴부산가톨릭대학교 산업보건학과

Exposure to Formaldehyde of Ambulatory Care Nurses in University Hospital

Dongchul Gu¹ · Chaekwan Lee^{2*} · Jaewan Lee¹ · Suyeon Lee¹ · Soonyoung Yun¹ ·
Areum Han¹ · Hyunju Kim¹ · Yeongbeom Park³ · Seongwook Jeong² · Chanseok Moon⁴

¹Department of Occupational & Environmental Medicine, Pusan National University Yangsan Hospital

²Institute of Environmental and Occupational Medicine & Department of Occupational and Environmental
Medicine, Pusan Paik Hospital, Inje University

³Department of Food Processing and Bakery, Gangwon Provincial College,

⁴Department of Industrial Health, Pusan Catholic University

ABSTRACT

Objective: This study aimed to evaluate the exposure status of formaldehyde(FA) among the nurses in ambulatory care departments of university hospital.

Methods: Two university hospitals were surveyed. The FA concentration in air were measured to target 62 nurses in 8 ambulatory care departments(89 samples). Air sampling and analysis of FA were carried out according to the OSHA Method ID-205. The survey was conducted with questionnaire asking about how to control FA and whether the nurses use the formaldehyde protectors or not.

Results: FA was detected in all samples. The maximum concentration of FA was 0.258 ppm and the geometric mean was 0.023 ppm. There was no sample that exceeded any of exposure standards by OSHA-TWA whereas there were 54 samples(60.7%) that exceeded the standards by NOISH-TWA. Among 62 nurses handling FA, 13 nurses(21.0%) used the protective gloves while nobody used a gas mask. It was assessed that any of 8 common ambulatory care departments did not use a safety cabinet for FA in which local exhaust ventilation was fixed.

Conclusions: Nurses in ambulatory care departments were exposed to FA. Therefore, the environment management of a workplace, the health management of a nurses, FA handling education and installing a FA cabinet with a local exhaust ventilation were needed because FA as a carcinogen was able to cause any cancer to a human body if it was emitted in air for long time.

Key words: ambulatory care departments, formaldehyde, formaldehyde protectors

I. 서 론

병원은 환자의 건강을 위하여 쾌적하고 안전한 환경을 유지해야 하지만, 의료인들은 의료행위를 수행하는 과정에 다양한 종류의 유해요인에 노출된다. 구체

적으로 생물학적 요인에는 박테리아, 바이러스, 기생충 등, 화학적 요인에는 포름알데히드(Formaldehyde, FA: HCHO), 산화에틸렌, 크실렌, 황산 등, 물리적 요인에는 방사선, 레이저 등이 있다(William et al., 1985). 이들 중 FA는 병원에서 의료인의 건강에 영향을 미칠

*Corresponding author: Chaekwan Lee, Tel: 051-890-6761, E-mail: lck3303@hanmail.net

Institution name: Institute of Environmental and Occupational Medicine & Department of Occupational and Environmental Medicine, Pusan Paik Hospital, Inje University, Bokji-ro 75, Busanjin-gu, Busan-si, 633-165

Received: October 14, 2014, Revised: December 4, 2014, Accepted: December 12, 2014

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.

수 있는 대표적인 화학물질이다(Alexandersson et al., 1989).

FA는 자극성 냄새를 갖는 가연성 무색 기체로 화학적 반응성을 가지고 있다. 병원에서는 안전한 살균, 고정, 보존 등을 위하여 주로 사용하는데 특히 외래진료과, 내시경실, 수술실, 사체보관실 등에서 채취한 인체 조직을 고정하기 위해 사용한다(Shaham et al., 2002; EPA, 2005; Vimercati et al., 2007; Bouraoui et al., 2013).

사람이 FA에 단기간 노출되면 눈, 코, 기관지에 심한 자극을 느끼며 두통, 어지러움, 눈물을 야기하고, 반복적으로 노출될 경우 천식과 직업성 피부염을 일으킨다(ASTDR, 1999; Gerald et al., 2010). 그 외 연구에서 FA에 노출된 작업자는 암에 걸릴 위험이 높다는 보고가 있다(Orsiers et al., 2006; Freeman et al., 2009). 국제암연구소(International Agency for Research on Cancer, IARC)와 한국의 고용노동부는 FA를 발암성물질로 Group 1과 1A로 구분하였고, 미국정부산업위생전문가협회(American Conference of Governmental Industrial Hygienists, ACGIH)는 발암성 추정물질(A2)로 정의하였다(ACGIH, 2013; IARC, 2013; MoEL, 2013).

병원에 근무하는 작업자의 FA 노출에 대한 연구는 병리과(Perdelli et al., 2006; Romanazzi et al., 2010), 해부검사실(Costa et al., 2008; Viegas et al., 2010), 내시경실(Gannon et al., 1995; Ghasemkhani et al., 2004)의 작업자를 중심으로 주로 노출평가를 수행하였다. 그러나 병원 내 외래진료과에서도 환자의 진료

와 검사를 위하여 인체조직을 채취하며, 이 조직을 보존하기 위하여 FA가 함유된 FA Kit(Formaldehyde Kit, FAK)를 사용하고 있다. 외래진료과의 간호사는 인체조직을 고정 또는 보관하기 위하여 FAK 덮개를 열 때 직접적으로 FA에 노출된다. 포름알데히드를 취급하는 외래진료과는 건강증진센터, 비노생식클리닉, 산부인과클리닉, 이비인후과클리닉, 피부클리닉 등 외래 환자의 진료를 위해 인체조직을 채취하여 FA에 보관하여 병리과 또는 진단검사의학과에 보내 진다. 그러나 국내에서 외래진료과 간호사의 FA에 대한 노출실태와 건강영향에 대한 연구를 수행한 적은 없었으며 외국의 경우도 참고할 만한 연구 자료가 부족하다. 이 연구에서는 병원 내 외래진료과의 간호사를 대상으로 FA 노출실태를 조사하여 작업환경 관리에 필요한 기초자료를 제공하고자 하였다.

II. 연구대상 및 방법

1. 연구대상

2011년 1월부터 2013년 6월까지 부산에 위치한 2개 대학병원의 공통된 8개 외래진료과(건강증진센터, 비노생식클리닉, 산부인과클리닉, 이비인후과, 초음파실, 피부클리닉, 혈관조영실, Computed Tomography실)의 간호사 62명을 대상으로 FAK등 FA 함유물질 취급 실태 및 보호구 사용 등에 관한 설문조사와 공기 중 FA(89개)농도를 측정하였다(Table 1).

Table 1. Description of study subjects

Classification	Department	No. of people	Age range	Sampling time	No. of samples
A hospital	Health promotion center	3	23-25	480	5
	Urology clinic	6	23-39	480	7
	Obstetrics clinic	3	22-26	480	6
	Otolaryngology clinic	4	25-29	480	4
	Supersonic waves room	3	23-36	480	3
	Dermatology clinic	3	25-27	480	5
	Angiography room	2	31-36	480	4
	Computed tomography room	2	23-47	480	5
B hospital	Health promotion center	6	30-40	480	8
	Urology clinic	5	26-41	480	5
	Obstetrics clinic	7	21-47	480	10
	Otolaryngology clinic	6	27-48	480	6
	Supersonic waves room	2	32-35	480	6
	Dermatology clinic	2	25-29	480	3
	Angiography room	3	36-52	480	6
	Computed tomography room	5	36-41	480	6
Total	16 Departments	62	21-52	480	89

2. 시료의 채취 및 분석

시료의 채취는 미국산업안전보건청(Occupational Safety and Health Administration, OSHA)의 공정시험법(Method ID-205)에 따라 수동식 시료채취기인 3M 3721 Passive Diffusion Monitor(3M, MN, Canada)를 사용하여 수행하였다(OSHA, 1989). 3M 3721 Passive Diffusion Monitor(3M PDM)를 FAK를 취급하는 간호사의 호흡기 위치에 착용하여 하루 작업시간(8시간) 동안 채취하였다. 시료의 분석은 미국산업안전보건청(OSHA)의 공정시험법에 따라 Method ID-205를 이용하여 UV-Visible Spectrophotometer(CARY 50conc, Varian, VIC, Australia)로 분석한 후 공기 중 FA 농도를 평가하였다(OSHA, 1989). 시료의 전처리에는 3M PDM 표면에 흡착된 FA를 증류수 3 mL를 가하여 30분 동안 흔들면서 탈착시켰다. 표준액은 FA 용액(Junsei Chemical Co. 35%)에 1% sodium bisulfite solution을 첨가하여 표준농도 0, 1, 2, 3, 4 ppm로 만들었다. 탈착된 용액 2 mL를 test-tube에 옮기고 1% chromotropic

acid 1 mL을 넣고 혼합하였다. 황산용액(Sulfuric acid, 98%)을 혼합물에 5 mL 첨부하고 상온에서 15분 방치한 후 580 nm의 파장에서 흡광도를 구하였다. 분석결과는 공시료로 보정하였다. 검출한계는 0.008 $\mu\text{g/sample}$, 정량한계는 0.026 $\mu\text{g/sample}$ 이었다.

3. 자료 분석

자료 분석은 SPSS 18(IBM, USA)을 이용하였다. FA 취급 근로자의 노출수준은 공기 중 농도에 대한 기하평균, 기하표준편차, 최소값과 최대값으로 표시하였다. 공기 중 농도는 OSHA TWA 0.75 ppm(OSHA, 2013)과 NIOSH TWA 0.016 ppm(NIOSH, 2013)으로 구분하여 비교하였다.

III. 연구결과

공기 중 FA 측정결과를 Table 2에 나타내었다. A병원은 39개 측정시료 중 39개(100%)에서 FA가 검출되

Table 2. Airborne formaldehyde concentrations

(Unit: ppm)

Classifi-cation	Sampling location	D/N.D	GM (GSD)	Min-Max	OSHA TWA*	NIOSH TWA†
A	Health promotion center	5/0	0.029(1.990)	0.011-0.052	0	4
	Urology clinic	7/0	0.018(5.876)	0.001-0.149	0	4
	Obstetrics clinic	6/0	0.021(3.122)	0.006-0.100	0	4
	Otolaryngology clinic	4/0	0.031(2.183)	0.014-0.065	0	3
	Supersonic waves room	3/0	0.014(4.167)	0.005-0.071	0	1
	Dermatology clinic	5/0	0.017(3.256)	0.005-0.056	0	2
	Angiography room	4/0	0.023(1.603)	0.014-0.036	0	3
	Computed tomography room	5/0	0.024(3.746)	0.005-0.095	0	2
	Total	39/0	0.021(3.097)	0.001-0.149	0	23
B	Health promotion center	8/0	0.017(5.723)	0.001-0.192	0	4
	Urology clinic	5/0	0.020(4.639)	0.004-0.182	0	2
	Obstetrics clinic	10/0	0.034(4.045)	0.004-0.203	0	7
	Otolaryngology clinic	6/0	0.038(6.045)	0.002-0.209	0	5
	Supersonic waves room	6/0	0.017(3.058)	0.002-0.053	0	4
	Dermatology clinic	3/0	0.013(13.578)	0.002-0.236	0	1
	Angiography room	6/0	0.051(4.509)	0.004-0.258	0	5
	Computed tomography room	6/0	0.017(2.367)	0.005-0.071	0	3
	Total	50/0	0.024(4.452)	0.001-0.258	0	31
A+B	Total	89/0	0.023(3.822)	0.001-0.258	0	54

* OSHA TWA: More than 0.750 ppm

† NIOSH TWA: More than 0.016 ppm

었으며, 최대농도는 0.149 ppm, 최저농도는 0.001 ppm 이었다. OSHA-TWA 노출기준인 0.75 ppm을 초과하는 시료는 없었으며, NIOSH-TWA 노출기준인 0.016 ppm을 초과하는 시료는 23개(59%)였다. 각 과별 기하평균농도는 건강증진센터 0.029 ppm, 비뇨생식클리닉 0.018 ppm, 산부인과클리닉 0.021 ppm, 이비인후과클리닉 0.031 ppm, 초음파실 0.014 ppm, 피부클리닉 0.017 ppm, 혈관조영실 0.023 ppm, CT실 0.024 ppm이었고, A병원 전체 기하평균농도는 0.021 ppm이었다.

B병원도 50개 측정시료 중 50개(100%)에서 FA가 검출되었으며, 최대농도는 0.258 ppm, 최저농도는 0.001 ppm 이었다. OSHA-TWA 노출기준인 0.75 ppm을 초과하는 시료는 없었으며, NIOSH-TWA 노출기준인 0.016 ppm을 초과하는 시료는 31개(62%)였다. 각 과별 기하평균농도는 건강증진센터 0.017 ppm, 비뇨생식클리닉 0.020 ppm, 산부인과클리닉 0.034 ppm, 이비

인후과클리닉 0.038 ppm, 초음파실 0.017 ppm, 피부클리닉 0.013 ppm, 혈관조영실 0.051 ppm, CT실 0.017 ppm이었고, B병원 전체 기하평균농도는 0.024 ppm 이었다.

A와 B병원 89개 측정시료 중 89개(100%)에서 FA가 검출되었으며, 최대농도는 0.258 ppm이고, 최저농도는 0.001 ppm 이었다. OSHA-TWA 노출기준인 0.75 ppm을 초과하는 시료는 없었으며, NIOSH-TWA 노출기준인 0.016 ppm을 초과하는 시료는 54개(60.7%)였고, A와 B병원 전체 기하평균농도는 0.023 ppm이었다. 각 과별 농도는 이비인후과클리닉, 혈관조영실, 산부인과클리닉에서 높게 조사되었다.

보호구착용과 보관함 사용여부는 설문을 통하여 조사한 결과 보호장갑은 62명 중 13명(21%, 건강증진센터 9명 중 2명, 비뇨생식과클리닉 11명 중 2명, 산부인과클리닉 10명 중 5명, 이비인후과클리닉 10명 중

Table 3. Using status of FA protector and cabinet in ambulatory care departments

Department	Workers	Protective gloves	Protective mask	Formaldehyde Cabinet*
Health promotion center	9			NO
Yes		2	0	
No		7	9	
Urology clinic	11			NO
Yes		2	0	
No		9	11	
Obstetrics clinic				NO
Yes	10	5	0	
No		5	10	
Otolaryngology clinic	10			NO
Yes		3	0	
No		7	10	
Supersonic waves room	5			NO
Yes		0	0	
No		5	5	
Dermatology clinic	5			NO
Yes		0	0	
No		5	5	
Angiography room	5			NO
Yes		1	0	
No		4	5	
Computed tomography room	7			NO
Yes		0	0	
No		7	7	
Total	62			NO
Yes		13	0	
No		49	62	

* Cabinet attached local ventilation system.

3명, 초음파실 5명 중 0명, 피부과클리닉 5명 중 0명, 혈관조형실 5명 중 1명, CT실 7명 중 0명)만이 착용한다고 답하였고, 방독마스크는 모든 외래진료과에서 착용하지 않았다. 그리고 국소배기시설이 부착된 FA 보관함도 모든 외래진료과에서 사용하지 않았다 (Table 3).

IV. 고 찰

병원 근로자들이 노출되는 유해인자 중 FA는 대표적인 화학적 유해인자이다. FA는 해부검사실, 병리과, 진단검사의학과, 내시경실 등에서 조직의 살균, 보관, 검사를 위하여 사용하고 있어 FA를 취급하는 작업자에 대한 작업환경과 보건관리가 필요한 물질이다(Shaham et al., 2002; Vimercati et al., 2007; Bouraoui et al., 2013). 이 연구에서 2개 대학병원 8개 외래진료과를 대상으로 공기 중 FA 농도를 측정 한 결과 모든 외래진료과에서 FA가 검출되었고 기하평균농도는 0.023 ppm이었다. 이는 조사대상 외래진료과 간호사들이 작업 중 FAK를 취급하는 동안 호흡기로 FA에 노출되고 있음을 의미한다. FA에 노출되면 유전자손상(Costa et al., 2013), 피부손상(Vimercati et al., 2010), 인두암(Hildesheim et al., 2001) 등 인체의 독성이 증가한다. Cosat et al.,(2013)의 연구에서는 해부병리과의 작업자(공기 중 FA 평균농도 0.36 ± 0.03 ppm)에서 노출 농도가 증가할수록 micronucleus test($R^2=0.232$), sister chromatid exchanges($R^2=0.250$) T-cell receptor(T-lymphocytes: $R^2=0.303$, T-helper: $R^2=0.280$, NH-cell: $R^2=0.500$)등에서 유전자독성이 증가하였다. Vimercati et al.,(2010)의 연구에서는 해부병리과의 작업자(공기 중 FA평균농도 0.01-0.25 mg/m³)에서 FA 농도가 증가할수록 눈(39%), 코(33%), 목(50%)의 자극이 증가하였다. Hildesheim et al.,(2001)의 연구에서는 FA에 노출된 그룹이 FA에 노출되지 않은 그룹에 비하여 인두암의 걸릴 위험이 2.7배 높다고 평가하였다(RR 2.7, 95% CI 1.2-6.2).

이 연구의 결과 외래진료과의 공기 중 FA 평균농도는 0.023 ppm으로 OSHA-TWA 0.75 ppm 보다는 낮은 농도로 평가되었지만, 89개 모든 시료에서 검출되었고, 최고농도는 0.258 ppm으로 OSHA-TWA의 34% 농도수준이었다. 그리고 시료의 60.7%(54개)가 NIOSH-TWA 노출기준인 0.016 ppm을 초과하였다.

국제암연구센터(IARC)에서 FA를 “Group 1”으로 정의하고, 인간에게 비강암을 일으키는 원인물질로 규정하였다(IARC, 2013). FA가 인체에 암을 유발하는 물질로 확인됨으로 취급하는 작업자를 보호하기 위하여 노출기준을 OSHA-TWA 0.75 ppm과 NIOSH-TWA 0.016 ppm로 구분하여 적용하고 있다(OSHA, 2013; NOISH 2013). 우리나라에서도 산업안전보건법에서 발암성물질인 FA를 취급하는 작업장에 대하여 작업자의 건강을 보호를 위하여 화학물질관리(제40-41조), 작업환경측정(제42조), 건강관리(제43조) 등을 명시하고 있다(MoEL, 2013). 그러나 이 연구에서 공기 중 농도를 조사한 모든 외래진료과에서 FA가 검출되었음에도 불구하고 FA 취급 시 조사대상 전체 62명 중 보호장갑은 13명(21%)만 착용하였고, 방독마스크는 아무도 착용하지 않았다. 그리고 국소배기시설이 부착된 FA 보관함을 사용하는 곳도 전혀 없는 것으로 조사되는 등 외래진료과에 대한 FA 관리가 제대로 되고 있지 않음을 알 수 있었다. 발암성물질은 적은 양이라도 장기간 노출되면 인체에 악영향을 미칠 수 있다. 따라서 FA에 대한 작업자관리, 보호구관리, 보관함관리 등 적절한 보건관리가 필요하다.

병원에서 FA 취급부서에 대한 기존연구들은 대부분 해부병리과, 병리과, 내시경실에 근무하는 작업자의 위험성을 중심으로 수행하였다(Ghasemkhani et al., 2004; Romanazzi et al., 2010; Viegas et al., 2010). 이러한 연구의 결과에 따라 해부검사실, 병리과, 내시경실은 발암성물질을 취급하는 공정으로 분류하여 작업환경측정, 작업자건강관리, 화학물질관리 등이 주기적으로 이루어지고 있다. 이 연구에서 8개 외래진료과를 대상으로 공기 중 FA를 측정하였으며 그 결과 모든 외래진료과에서도 FA를 취급함으로 노출되고 있었다. 그러나 이 부서들에 대한 작업환경측정, 작업자건강관리, 화학물질관리 등 보건관리는 이루어지지 않고 있다. 그리고 병원에서 FA를 취급하는 대부분의 간호사는 FA가 발암성물질이라는 사실을 인지하고는 있지만, 유해성, 노출경로 및 취급 시 주의 사항 등에 대해서는 정확히 인지하지 못하였다. 따라서 병원내 FA를 취급하는 외래진료과에 대하여 주기적인 작업환경측정, 작업자건강관리, FA취급교육, 국소배기시설이 부착된 FA 보관함 배치 등의 보건관리가 필요하다.

V. 결 론

2011년-2013년(3년) 동안 2개 종합병원 공통된 8개 외래진료과 62명의 간호사를 대상으로 FA 노출실태를 조사하였다. 측정된 모든 시료에서 FA가 검출되었으며(최저농도 0.001 ppm, 최고농도 0.258 ppm, 기하평균농도 0.023 ppm), NIOSH-TWA에는 60.7%(54개)가 초과하였고, OSHA-TWA 초과시료는 없었다. FA 취급 시 보호장갑은 62명 중 13명(21%)만이 착용하였고, 방독마스크와 국소배기시설이 부착된 보관함은 모든 FA취급 외래진료과에서 사용하지 않았다. 외래진료과 간호사들이 FA에 노출되는 농도는 미량이지만, FA는 발암성물질로 적은 양이라도 장기간 노출되면 인체에 암을 유발할 수 있다. 따라서 외래진료과 간호사의 직업성 질환 예방을 위하여 작업환경관리, 작업자건강관리, FA 취급교육, 국소배기시설이 부착된 FA 보관함 사용 등의 보건관리가 필요하다.

References

- American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). 2013 TLVs[®] and BEIs[®]: Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents and Biological Exposure Indices. 2013.
- Alexandersson R, Hedenstien G. Pulmonary function in wood workers exposed to formaldehyde: a prospective study. *Arch Environ Health* 1989;44(1):5-11
- ASTDR(Agency for Toxic Substances and Disease Registry). Formaldehyde, ToxFAQs; 1999. Available from: URL:<http://www.atsdr.cdc.gov/toxfaqs/tf.asp?id=219&tid=39>
- Bouraoui S, Mouqou S, Brahem A, Tabka F, Ben Khelifa H et al. A combination of micronucleus assay and fluorescence in situ hybridization analysis to evaluate the genotoxicity of formaldehyde. *Arch Environ Contam Toxicol* 2013;64(2):337-344
- CDC-NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards-Formaldehyde. 2013. Available from: URL:<http://www.cdc.gov/niosh/npg/npgd0293.html>
- Costa S, Coelho P, Costa C, Silva S, Mayan O et al. Genotoxic damage in pathology anatomy laboratory workers exposed to formaldehyde. *Toxicology* 2008;252(1-3):40-48
- Costa S, Garcia-Leston J, Coelho P, Costa C, Siva S et al. Cytogenetic and immunological effects associated with occupational formaldehyde exposure. *J Toxicol Environ Health A* 2013;76(4-5):217-229
- EPA(Environmental Protection Agency) office of compliance sector notebook project. Profile of the healthcare industry; 2005. p. 48
- Freeman LEB, Blair A, Lubin JH, Stewart PA, Hayes RB et al. Mortality From Lymphohematopoietic Malignancies Among Workers in Formaldehyde Industries: The National Cancer Institute Cohort. *JNCI J Natl Cancer Inst* 2009;101(10):751-761
- Gannon PF, Bright P, Campbell M, O'Hickey SP, Burge PS. Occupational asthma due to glutaraldehyde and formaldehyde in endoscopy and x ray departments. *Thorax* 1995;50(2):156-159
- Gerald MJ, Jeffrey L, John IKJ. Formaldehyde exposure and asthma in children: A systematic review. *Environ Health Perspect* 2010;118(3):313-317
- Ghasemkhani M, Jahanpeyma F, Azam K. Formaldehyde exposure in some educational hospitals of tehran. *Ind Health* 2004;43(4):703-707
- Hildesheim A, Dosemeci M, Chan CC, Chen CJ, Cheng YJ et al. Occupational exposure to wood, formaldehyde, and solvents and risk of nasopharyngeal carcinoma. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 2001;10(11):1145-1153
- IARC(International Agency for Research on Cancer) Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans. 2013. Available from: URL:<http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/index.php>
- Ministry of Employment and Labor(MoEL). Occupational safety and health Act. 2013
- Occupational Safety and Health Administration. Analytical Method Manual, ID-205: OSHA 1989.
- Occupational Safety and Health Administration(OSHA): Toxic and hazardous substances. In Formaldehyde. Code of Federal Regulations: Occupational Safety and Health Administration; 2013:1910-1048. 29 CFR. Available from: URL:https://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=10075
- Orsiers T, Sari-Minodier I, Iarmarcovai G, Bott A. Genotoxic risk assessment of pathology and anatomy laboratory workers exposed to formaldehyde by use of personal air sampling and analysis of DNA damage in peripheral lymphocytes. *Mutat Res* 2006;605(1-2):30-41
- Perdelli F, Spagnolo AM, Cristina ML, Sartini M, Dallera M et al. Occupational exposure to formaldehyde in three pathology departments. *Ann Iq* 2006;18(6):481-490
- Romanazzi V, Munnia A, Piro S, Allione A, Ricceri A.

- Malondialdehyde-deoxyguanosine adduct formation in workers of pathology wards: the role of air formaldehyde exposure. *Chem Res Toxicol* 2010;23(8):1342-1348
- Shaham J, Gurvich R, Kaufman Z. Sister chromatid exchange in pathology staff occupationally exposed to formaldehyde. *Mutat Res* 2002;514(1-2):115-123
- Viegas S, Labeira C, Nunes C, Malta-Vacas J, Gomes M et al. Genotoxic effects in occupational exposure to formaldehyde: A study in anatomy and pathology laboratories and formaldehyde-resins production. *J Occup Med Toxicol* 2010;5(1):25
- Vimercati L, Carrus A, Martino T, Galise I, Minunni V et al. Formaldehyde exposure and irritative effects on medical examiners, pathologic anatomy post-graduate students and technicians. *Ira J Public Health* 2010; 39(4):26-36
- Vimercati L, Carrus A, Dell'Erba A, Assennato G. Occupational exposure to formaldehyde in autopsy room and in pathologic anatomy laboratories. *G Ital Med Lav Ergon* 2007;29(3):266-268
- William B, Donald E, David A, Edward A, Kasmer A et al. Occupational Hazards to Hospital Personnel. *Ann Intern Med* 1985;102(5):658-680