

네일샵 미용실의 실내공기 중 미세먼지(PM₁₀), 휘발성 유기화합물 (VOCs), 알데하이드류(Aldehydes)의 농도 및 업소 특성에 따른 상관성 분석

이보람* · 곽수영* · 양원호** · 전상일*** · 김정수**** · 이기영*

*서울대학교 보건대학원, 환경보건학과, 생활환경시스템 연구실

**대구가톨릭대학교 산업보건학과

***한국환경건강연구소

****환경안전건강연구소

Characteristics of PM₁₀, VOCs and Aldehydes Levels in Nail and Hair Shops

Boram Lee*, Sooyoung Kuag*, Wonho Yang**, Sang il Jun***, Jung-su Kim****, and Kiyoung Lee*

*Graduate School of Public Health, Department of Environmental Health Science, Seoul National University

**Department of Occupational Health, Catholic University of Daegu

***Korea Institute of Environment and Health

****Institute for Environmental Safety and Health

ABSTRACT

Objectives: The purpose of this study was to assess the indoor levels of PM₁₀, VOCs and aldehydes in nail shop and hair salon.

Methods: The field survey was conducted for 52 hair salons 52 nail shops, and 26 shop-in-shops in Seoul and Daegu city. The field technicians investigated characteristics of each shop including operating time, indoor volume, ventilation and so on. Indoor concentrations of PM₁₀, VOCs and aldehydes, indoor temperature and humidity were measured in 12 hair salons, 12 nail shops and 6 shop-in shops. MP Surveryor II (Graywolf, USA) was used to measure CO₂ concentration, temperature and humidity for 8 hours. PM₁₀ concentrations were measured by mini-volume air sampler with Teflon quartz filter (0.2 μm pore size, φ 47 mm, Graseby-Anderson TEF-DISK™) for 6 hours. VOCs passive sampler (OVM 3500) was used to collect VOCs for 8 hours and analyzed by GC/MSD.

Results: The CO₂ concentrations were 759.4±58.2 ppm in nail shops, 731.0±72.5 ppm in hair salons, and 656.4±31.2 ppm in shop-in-shops. The PM₁₀ concentrations were 27.5±14.2 μg/m³ in nail shops, 33.1±6.3 μg/m³ in hair salons, and 39.0±26.9 μg/m³ in shop-in-shops. TVOCs concentrations were 3085.4±1667.8 μg/m³ in nail shops, 2131.1±617.3 μg/m³ in hair salons, and 1550.3±529.0 μg/m³ in shop-in-shops. TVOCs concentrations in nail shops were significantly higher than those in hair salons and shop-in-shops (p=0.002). Formaldehyde concentrations were 60.8±36.6 μg/m³ in nail shops, 89.1±55.4 μg/m³ in hair salons, and 45.1±22.5 μg/m³ in shop-in-shops.

Conclusion: TVOCs concentrations in nail shop were the highest among others. TVOC concentrations in all stores exceeded indoor air quality stand of indoor air quality control in public –use facilities, etc act.

Keywords: Aldehyde, Hair salon, Nail shop, PM₁₀, VOCs

†Corresponding author: Gwanak-ro Gwanak-gu, Graduate School of Public Health, Seoul National University, Seoul 151-747, Korea, Tel: +82-2-880-2735, Fax: +82-2-762-2888, E-mail: cleanair@snu.ac.kr

Received: 27 November 2017, Revised: 15 December 2017, Accepted: 20 December 2017

I. 서 론

공중위생관리법에서는 미용업을 손님의 얼굴·머리·피부 등을 손질하여 손님의 외모를 아름답게 꾸미는 영업이라고 정의하고 있으며, 손톱·발톱 미용업은 손톱과 발톱을 손질·화장하는 영업으로 정의한다. 네일 미용의 사전적 정의는 손톱에 그림을 그리거나 공작을 하거나 하는 창작 또는 그와 같은 방법으로 하는 손톱을 가꾸는 활동이다. 이러한 네일 미용을 시술하는 네일 샵은 국내에서 연간 3000억원 규모의 시장을 형성하고 있으며, 서비스 분야까지 포함하면 1조원에 이를 것으로 추정되고 있다. 2015년 기준 미용실의 사업체 수는 총 158,012개, 종사자수는 232,809명으로 조사되었으며 여기에는 이용 및 미용업, 이용업, 기타 미용업이 포함되었다. 미용업 중 네일샵의 사업체 수는 8,820개로 전체 미용업의 5%를 차지하였으며, 종사자 수는 14,802명이었다.¹⁾

미용실에서 사용되는 제품에는 약 3,000종의 화학물질이 포함되어있으며, 이들 중 30%는 독성물질로 분류되고 있다.²⁾ 미용실에서 행해지는 펌, 염색, 탈색, 샴푸 등의 업무에서 사용되는 제품들은 많은 화학 물질들을 함유하고 있지만 미용실 종사자들의 유해성에 대한 인지도가 사용되고 있다. 미용실에서 사용되는 제품에 함유된 물질들 중 디클로로메테인(Dichloromethane), 페나세틴(Phenacetin), 방향족 아민화합물(Aromatic amines)과 같은 일부 화학물질들은 인체발암물질(Carcinogenic to human)이거나 인체발암우려 물질(Probably carcinogenic to human)로 알려져 있다.³⁾ 네일샵에서 사용되는 화학물질은 네일 에나멜에 함유되어 있는 프탈레이트, 아세테이트, 폼알데하이드 등이 있으며, 네일 리무버에 포함되어있는 아세톤(Acetone), 네일 접착제에는 톨루엔(Toluene) 등이 있다. 이와 같은 물질들은 동물실험 결과 내분비계 장애 물질로 분류되거나, 눈과 인후의 자극, 지속적인 피부 질환 등을 유발하는 유해 화학물질로 알려져 있다.⁴⁾ 미용실과 네일샵에서의 화학제품의 사용은 실내공기질을 악화시킬 수 있으며, 주로 휘발성유기화합물(Volatile Organic Compounds, VOCs)과 폼알데하이드(Formaldehyde)의 농도를 높이는 요인이 된다. 국내 한국보건사회연구원의 연구에 따르면 실내 VOCs의 평균 농도가 1000.40±431.01

μg/m³로 실내공기질 기준을 초과하였으며, 폼알데하이드의 평균 농도의 경우 117.31±54.99 μg/m³로 다중이용시설의 실내공기질 기준치를 초과하였다.⁵⁾ 국내 광주광역시 보건환경연구원에서 2016년 광주 시내 네일샵 10개소에서 실내공기 중 VOCs 농도를 측정된 연구에 따르면 TVOC의 농도는 최저 487 μg/m³에서 3323.6 μg/m³로 고농도의 휘발성유기화합물이 존재하므로 지속적인 실내공기의 관리가 필요하다고 역설하고 있다.⁶⁾

특히 네일샵의 경우 대부분 소규모 업소가 많아 공간이 협소하여 농도가 비교적 더 높아질 수 있다. 미용실과 네일샵에서 사용되는 화학제품의 유해성에도 불구하고, 대부분의 미용업 종사자들이 화학물질의 유해성에 대한 별다른 인지 없이 사용하고 있기 때문에 미용 업소에 근무하는 종사자 뿐만 아니라 미용 업소에 방문한 고객 또한 화학물질 노출에 무방비한 실정이다. 이 연구의 목적은 미용실, 네일샵, 샵인샵 시술 형태에 따른 업소 별 실내공기 중 미세먼지(PM₁₀), 휘발성유기화합물(VOCs)과 알데하이드류(Aldehydes)의 수준과 농도 특성을 평가하여 미용업소의 실내공기질 평가 및 관리의 기초자료를 제공하는 것이다.

II. 재료 및 방법

1. 연구대상

본 연구는 2014년 12월 18일부터 2015년 1월 9일까지 수도권지역의 미용실(n=52), 네일샵(n=52) 그리고 미용실과 네일샵이 함께 있는 형태인 샵인샵(n=26) 세 곳 총 130개소를 대상으로 진행되었다. 130개소에 대한 설문조사가 이루어졌으며 이중 미용실 12개소, 네일샵 12개소, 샵인샵 6개소를 선정하여 실내공기질 측정을 실시하였다. 설문조사는 크게 미용 업소의 기본정보와 종사자들의 작업환경에 관한 요인으로 나누어 조사되었다. 미용 업소의 기본정보로는 업소의 형태(단독/복합), 시술 장소의 분리, 업소의 총 면적과 시술 공간 면적, 총 시술 대 수, 영업시간, 시술 종류를 조사하였으며, 작업환경 관련 요인으로 금연, 음식섭취 금지 등의 안내 표시 여부, 시술 도구 소독 알림 여부, 환기의 종류, 쓰레기통의 재질 및 개폐 여부, 사용 제품의 화학성분 표시, 개인 보호 기구 착용이 조사

되었다.

2. 시료채취 및 분석

실내 공기 질 중 이산화탄소, 온-습도, PM₁₀, VOCs, Aldehydes는 각 업소의 실내공기를 대표하는 한 지점에서 측정되었다. 실내 이산화탄소, 온도 및 습도는 MP Surveryor II (Graywolf, USA)를 이용하여 5분간격으로 8시간동안 연속 측정되었다. 미세먼지(PM₁₀) 농도는 시료 채취 펌프에는 Mini-volume air sampler를 이용하여 5 L/min의 유량으로 약 6시간 동안 포집하였고, 포집 필터로는 Teflon quartz filter(0.2 µm pore size, φ 47 mm, Graseby-Anderson TEF-DISK™)를 사용하였다. 포집이 완료된 필터는 테시케이터에서 48시간 이상 항량한 후 감도 0.001 mg의 저울로 중량 무게를 측정하였다. 측정 지점은 미용실, 네일샵, 샵인샵의 실내를 대표할 수 있는 곳으로 종사자와 고객들이 주로 머무르며, 시술이 직접 이루어지는공간을 선정하였고, 화학 물질의 직접적인 영향을 받는 곳은 피하여 실내 공기 질 중 이산화탄소, 온-습도, PM₁₀, VOCs, Aldehydes 시료를 채취하였다. 휘발성유기화합물의 측정은 수동식 시료 채취기 (OVM 3500, 3M, USA)를 사용하여 8시간동안 채취하였으며 측정된 시료는 전처리 전까지 4°C에서 냉장보관 되었다. 측정된 시료는 가스 크로마토그래피-질량분석기 GC/MSD (7890B/5977A, Agilent)를 사용하여 분석되었다. 알데하이드류는 수동식 시료 채취기인 DNPH 카트리지 (UMEx 100, SKC, USA)를 사용하여 8시간 동안 측정되었으며, 고성능 액체 크로마토그래피(HPLC)로 분석되었다.

3. 자료의 분석

네일샵, 미용실, 샵인샵 업소의 기술 통계와 네일샵, 미용실, 샵인샵 세 업소 간의 각 물질 별 평균 농도는 전체적으로 N수가 작기 때문에 비모수적 검정인 Friedman's 검정을 이용하여 비교하였다. 실내 공기 중 유해물질과 설문요인과의 회귀분석과 환기 여부에 따른 농도 차이 분석을 위한 비모수 T-test는 SPSS (IBM SPSS Statistics for Windows version 24.0; IBM Corp., Armonk, NY, USA) 통계패키지를 이용하여 수행되었다.

III. 결 과

네일샵 규모는 최소 8.0 m², 최대 132.0 m² 이었고 평균 52.2±30.8 m² 로 조사되었다. 미용실 규모는 최소 15.3 m², 최대 330.0 m² 이었고 평균 116.6±81.5 m² 로 조사되었다. 샵인샵의 경우 네일샵과 미용실이 한 공간 내에 혼합된 형태로, 샵인샵 내 네일샵의 규모는 최소 3.0 m², 최대 446.5 m² 이었고, 평균 121.1±108.2 m² 로 조사되었다. 샵인샵 내 미용실의 규모는 최소 33.0 m², 최대 446.0 m² 이었고, 평균 129.1±102.0 m² 이었다. 네일샵, 샵인샵의 평균영업 시간은 각각 10.5±0.95 시간, 10.2±1.27 시간이었으며, 미용실의 평균 영업시간은 조사되지 않았다. 시술 작업 공간과 분리된 실내공간이 있는 사업장은 네일샵 52곳 중에 30곳, 미용실 52곳 중에 44곳, 샵인샵 26곳 중 22곳이었으며, 환기시스템을 구축하고 있는 사업장은 네일샵 36곳, 미용실 42곳, 샵인샵 20곳이었다. 금연 표시가 부착되어 있는 업소는 네일샵 52곳 중 11곳, 미용실 52곳 중 14곳, 샵인샵 26곳 중 7곳이었으며, 시술 기기의 소독 절차가 표시되어 있는 곳은 네일샵 18곳, 미용실 20곳, 샵인샵 12곳이었다. 사용하는 약품의 성상을 표기한 업소는 네일샵 52곳 중 34곳, 미용실 52곳중 49곳, 샵인샵 26곳 중 24곳이었다.

네일샵의 평균 실내 이산화탄소 농도는 759.4±58.2 ppm, 미용실의 평균 이산화탄소 농도는 731.0±72.5 ppm, 샵인샵은 656.4±31.2 ppm이었으며, 세 종류의 업소 전체 평균 이산화탄소 농도는 727.4±70.1 ppm이었다. 실내 공기 중 평균 미세먼지의 농도는 네일샵에서 27.5±14.2 µg/m³, 미용실에서는 33.1±6.3 µg/m³, 샵인샵에서는 39.0±26.9 µg/m³였으며, 세 업소의 전체 평균 미세먼지의 농도는 32.0±15.3 µg/m³으로 세 업소 간 미세먼지의 농도의 유의한 차이는 나타나지 않았다 (p=0.223).

TVOC의 네일샵, 미용실, 샵인샵의 8시간 실내 평균 농도는 각각 3085.4±1667.8 µg/m³, 2131.1±617.3 µg/m³, 1550.3±529.0 µg/m³으로 각각 12곳의 네일샵과 미용실, 6곳의 샵인샵 모두 초과 비율 100%로 실내공기질 권고 기준인 500 µg/m³을 초과하였다. 네일샵의 공기 중 평균 TVOC의 농도는 미용실이나 샵인샵보다 통계적으로 유의하게 높은 농도를 나타냈다 (p=0.002). VOCs 중에서 실내 공기 중 농도가

Table 1. Characteristics of nail shop, hair salon and shop in shop

		Nail shop (n=52)	Hair salon (n=52)	Shop in shop (n=26)
Volume (m ²)		52.2±30.8	116.6±81.5	121.1±108.2
Operation time (hr)		10.5±0.95	NA	10.2±1.27
Separated space	Yes	30	44	22
	No	22	8	4
Ventilation	Yes	36	42	20
	No	16	10	6
No smoking sign	Yes	11	14	7
	No	41	38	19
Marking of equipment disinfection procedures	Yes	18	20	12
	No	34	32	14
Labelling of reagent products	Yes	34	49	24
	No	18	3	2

Table 2. Descriptive statistics of indoor CO₂, PM₁₀, aldehydes and VOCs in nail shop, hair salon and shop in shop.

		Nail shop (n=12)	Hair salon (n=12)	Shop in shop (n=6)	Total (n=30)
CO ₂ (ppm)		759.4±58.2	731.0±72.5	656.4±31.2	727.4±70.1
PM ₁₀ (μg/m ³)		27.5±14.2	33.1±6.3	39.0±26.9	32.0±15.3
Aldehydes (μg/m ³)	Formaldehyde	61.8±36.6	89.1±55.4	45.1±22.5	69.0±45.5
	Acetaldehyde	4.8±6.0	13.4±15.8	1.0±2.4	7.5±9.9
	Propionaldehyde	0.1±0.2	27.6±88.6	ND	11.1±56.3
TVOC		8860.3	382.9	813.1	3859.9
Acetone		7,925.8±9918.8	130.2±182.9	678.1±785.8	3,358.0±7201.9
Hexane		41.4±87.9	13.7±12.8	15.5±9.4	25.1±56.5
Ethyl-acetate		214.5±372.0	20.8±6.0	23.3±5.0	98.8±248.5
Benzene		15.8±24.2	20.9±15.6	13.9±9.2	17.5±18.4
Toluene		383.4±650.1	104.7±72.7	28.7±37.2	201.0±431.6
n-Butyl acetate		201.2±438.6	3.5±6.0	9.1±8.5	83.7±287.2
Ethylbenzene		8.4±20.8	18.6±59.4	ND	10.8±39.4
m-Xylene		12.5±24.2	17.9±30.5	2.0±2.7	12.5±24.7

가장 높은 물질은 Acetone으로 세 업소의 평균값은 3358.0±7201.9 μg/m³, 네일샵의 Acetone 평균 농도는 7,925.8±9918.8 μg/m³, 미용실은 130.2±182.9 μg/m³, 샵인샵은 1,550.3±432.5 μg/m³으로 네일샵이 가장 높은 농도를 나타냈고(p=0.001), 그 다음으로는 샵인샵에서 높았다. 그 밖에 실내 공기 중 VOCs의 평균 농도는 Hexane, Ethyl-acetate, Toluene, N-Butyl acetate의 물질이 네일 샵에서 통계적으로 유의하게 높게 나타났다 (p<0.05).

네일샵, 미용실, 샵인샵의 8시간 평균 폼알데하이드

드(formaldehyde) 농도는 각각 61.8±36.6 μg/m³, 89.1±55.4 μg/m³, 45.1±22.5 μg/m³이었으며, 12곳의 네일샵 중 1곳, 12곳의 미용실 중 4곳, 6곳의 샵인샵 중에서 0곳이 실내공기질 유지 기준인 100 μg/m³를 초과하였다. 측정 업소별 폼알데하이드의 실내 공기질 기준을 초과 비율은 네일샵에서 8.3%, 미용실에서 19.0%, 샵인샵에서 0% 이었다. 네일샵, 미용실, 샵인샵의 8시간 평균 폼알데하이드 농도는 미용실에서 통계적으로 유의하게 높았다 (p=0.013). Aldehydes의 경우 Acetaldehyde와 Propionaldehyde

Table 3. Statistical results between indoor air pollutants and survey results

	Correlation				T-test		
	Total area	Working area	No. of working bench	Opening hours	Ventilation		P value
					Yes (n=13)	No (n=5)	
Acetone	r=0.196 (p=0.436)	r=0.294 (p=0.236)	r=0.661* (p=0.003)	r=0.354 (p=0.149)	4459.0 ±5521.0	8242.2 ±14825.0	0.43
Ethyl-acetate	r=0.107 (p=0.672)	r=0.225 (p=0.369)	r=0.637* (p=0.004)	r=0.275 (p=0.269)	93.3 ±86.2	300.3 ±598.6	0.22
Benzene	r=0.005 (p=0.985)	r=0.306 (p=0.217)	r=0.298 (p=0.230)	r=0.049 (p=0.848)	12.9 ±12.1	21.1 ±35.0	0.46
Toluene	r=0.216 (p=0.390)	r=0.106 (p=0.675)	r=0.558 (p=0.675)	r=0.279 (p=0.139)	93.8 ±79.3	710.9 ±962.9	0.03*
Ethylbenzene	r=0.094 (p=0.710)	r=0.139 (p=0.582)	r=0.625* (p=0.006)	r=0.241 (p=0.309)	0.5 ±1.2	19.0 ±30.6	0.04*
m-Xylene	r=0.108 (p=0.670)	r=0.242 (p=0.333)	r=0.586* (p=0.011)	r=0.163 (p=0.368)	4.2 ±6.9	21.6 ±36.3	0.10
Formaldehyde	r=0.087 (p=0.730)	r=0.420 (p=0.083)	r=0.203 (p=0.419)	r=0.183 (p=0.468)	61.6 ±35.3	39.8 ±20.1	0.21
Acetaldehyde	r=0.219 (p=0.382)	r=0.444 (p=0.065)	r=0.038 (p=0.880)	r=0.279 (p=0.235)	3.9 ±6.0	2.6 ±3.7	0.67

는 미용실에서 가장 높았다 ($p < 0.05$).

네일샵 및 미용실의 실내 공기 중 VOCs에 영향을 미치는 요인분석을 위한 상관분석결과 작업시술대의 수와 Acetone, Ethyl-acetate, Ethylbenzene, m-xylene 의 R 값은 각각 0.67, 0.64, 0.63, 0.58로 통계적으로 유의한 상관성을 나타내었다 ($p < 0.05$). 그 외에 업소의 전체면적, 시술 장소의 면적, 영업 시간은 통계적으로 유의한 상관관계를 나타내지 않았다.

환기 여부에 따른 농도의 차이는 Toluene과 Ethylbenzene에서 통계적으로 유의하게 나타났다 ($p < 0.05$). Toluene의 실내 공기 중 농도는 환기를 실시하였을 경우 평균 $93.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 비 환기 시 평균 농도는 $710.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 비 환기 시 농도가 약 7.6배 높았으며, Ethylbenzene의 실내 공기 중 농도는 환기 시 평균 $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 비 환기 시에는 $19.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 비 환기 시의 평균 농도가 약 38배 높았다. Acetone, Ethyl-acetate, Benzene 등의 물질은 환기와 비 환기 시의 농도 차이가 통계적으로 유의하게 나타나지 않았다 (Table 2).

IV. 고 찰

실내 이산화탄소의 유지 기준은 1000 ppm 이하로

세 종류 모든 업소의 전체 평균값이 $759.4 \pm 58.2 \text{ ppm}$ 으로 기준치 이하로 유지되었음을 확인할 수 있다. 실내 이산화탄소 농도는 실내 환기 상태를 간접적으로 나타내는 지표이며, 네일샵, 미용실, 샵인샵의 환기 상태는 적절하게 되고 있는 것으로 추정할 수 있다. 실제 설문조사 결과에서 환기시스템 가동 여부는 미용실이 80.8%, 네일샵이 68%, 샵인샵이 76.9%로 대부분의 업소에서 환기가 이루어지고 있는 것으로 나타났다. 또한 다중이용시설의 미세먼지 실내공기질 유지 기준은 $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하로 유지하도록 하고 있으며, 미용 업소의 실내 공기 중 평균 농도는 $32.0 \pm 15.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 유지 기준 보다 현저히 낮은 농도로 나타났다. 2006년 광주에서 실시된 미용실의 실내 공기 중 미세먼지의 농도는 $30.5 \pm 25.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 였으며,⁷⁾ 국내 15곳의 네일샵 조사결과 미세먼지의 농도는 $76 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 본 연구보다 3배 더 높은 농도를 나타내었다.⁷⁾

국내 다중이용시설의 실내공기질 권고기준 제 4조에 따르면, 2018년 1월 1일부터 다중이용시설의 실내 TVOC의 기준은 $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 유지하도록 하고 있다. 본 연구에서 조사된 네일샵, 미용실, 샵인샵의 각 종류별 모든 업소의 농도는 권고기준보다 높게

나타냈으며, 특히 네일샵의 경우 실내 공기중 TVOC의 평균 농도가 약 17.7배, 미용실에는 약 4.2배, 샵인샵에서는 약 1.6배 높게 나타났다. 또한 대기환경 Benzene 기준은 연간 평균치 $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하여야 하며, 8시간 및 24시간 평균치는 99백분위수의 값이 그 기준을 초과하여서는 안 된다고 명시하고 있다. 본 연구의 네일샵, 미용실, 샵인샵의 실내 공기 중 평균 Benzene 농도는 그 값을 초과하고 있으며, 네일샵 및 미용실 실내에서 8시간 이상 근무하는 근로자의 경우 Benzene의 장기노출의 우려가 있다. Benzene은 인간과 동물에서 발암성이 알려져 있으며, 세계보건기구(WHO)의 국제암연구소(IARC)에서는 발암물질 (Group 1)로 분류하고 있다.³⁾

미국 캘리포니아주의 네일샵 3곳에서의 Toluene 농도는 0.04 ppm으로 본 연구보다 2.5 배 더 높은 수준이었고, Acetone과 Ethyl-acetate의 농도는 3.1 ppm, 0.09 ppm으로 비슷하였다.⁸⁾ 국내 15개의 네일샵에서 조사된 VOCs 중 Benzene의 농도는 $12.39 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Toluene은 $302.12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 본 연구보다 약간 낮았으나 비슷한 수준이었다. 반면, Ethyl-acetate는 $354.05 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 1.7배, n-Butyl acetate는 $2533.19 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 12배, Ethylbenzene $18.11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 2.2배 본 연구보다 더 높게 나타났다.⁹⁾ 스페인의 미용실 12곳에서의 평균 Acetone의 농도는 $0.04 \text{ mg}/\text{m}^3$ 으로 본 연구보다 약간 낮았으나 비슷한 수준이었다. 반면, Ethyl-acetate의 농도는 $1.37 \text{ mg}/\text{m}^3$ 으로 6.5배 더 높았고 Toluene도 $0.54 \text{ mg}/\text{m}^3$ 으로 1.4배 더 높았다.¹⁰⁾

국내 15개 네일샵에서 조사된 알데하이드류 중 Formaldehyde의 농도는 $77.49 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 본 연구와 비슷한 수준이었고, Acetaldehyde의 농도는 $21.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 4.4배, Propionaldehyde의 농도는 $13.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 본 연구보다 133배 훨씬 더 높은 농도 수준을 나타내었다. Formaldehyde의 경우 네일샵에서 손톱 경화제나 용매 등에서 발생한다.¹¹⁾ 국내 다중이용시설 등의 실내공기질관리법에 따른 실내공기질 유지기준에 따르면 Formaldehyde를 $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하로 유지하도록 하고 있으며, 본 연구의 네일샵, 미용실, 샵인샵인샵에서는 미용실에서 초과 빈도가 가장 높았다. 미용실에서 Formaldehyde는 금속, 고무, 플라스틱 재질의 용기 소독에 주로 사용되며, 모발의 영양제 등에도 함유되어있다.

네일샵의 TVOC 농도는 미용실 농도보다 4배 이

상의 높은 수준을 보였는데 네일샵의 경우 미용실에서는 잘 사용하지 않는 용매제, 손톱에 광을 내는 광택제, 광택제거제, 인공 손톱을 부착을 위한 접착제, 제거제 등 여러 관련 제품을 사용하며¹⁰⁾ 이로 인하여 다량의 VOCs 를 발생시킨 것 사료된다. 특히 네일 아트 시술에 사용되는 네일 제품에 96%가 Acetone을 포함하고 있다.¹²⁾

본 연구의 제한점으로는 실내공기질에 영향을 줄 수 있는 중요한 요인 중 하나인 각 업소 별 방문 손님 수 등의 관찰연구가 불가능 하여, 직접적인 상관분석을 수행하지 못하였다. 하지만, 작업대 대수와 실내 TVOC의 양의 상관관계를 나타냈으며, 이는 방문 하는 손님의 수와 연관이 있음을 유추해 볼 수 있다. 국내의 연구결과 네일샵의 손님 수와 실내 TVOC 농도의 상관관계수가 통계적으로 유의한 양의 상관 관계를 나타냈다.⁶⁾ 또한 VOCs의 경우 공기 중으로 휘발이 잘되는 특성이 있기 때문에, 창문, 출입문, 공조 장치를 통한 자연 및 기계 환기의 실시 에 따라 실내 공기 중 농도에 큰 영향을 미칠 수 있다.

V. 결 론

비교적 좁은 공간에서 다양한 작업과 화학물질을 사용하는 네일샵, 미용실, 샵인샵의 실내환경에서 미세먼지의 농도는 높지 않은 편이었지만 TVOC는 측정 된 모든 장소에서 실내공기질 권고 기준을 초과하였다. 특히 네일샵에서 TVOC는 가장 높게 나타났다. Formaldehyde의 농도는 일부 네일샵과 미용실에서 실내공기질 권고 기준을 초과하였다. 이들 작업장에서 사용하는 제품이 다양한 화학물질을 포함하기 때문에 적절한 사용을 유도하거나 환기시설을 운영할 필요가 있다. 특히 환기시설의 운영에 따라 일부 화학물질의 차이를 보여 환기시설의 영향을 보여주는 간접적인 결과를 보여주어 보다 효과적이고 이들 시설에 맞춘 환기시설의 기준 마련이 필요하다.

감사의 글

본 논문은 환경부의 재원으로 수행된 “미용실·네일샵 실내공기질 실태조사” 연구의 일환으로 수행되었습니다.

References

1. Statistic Korea. National Establishment survey. Available: http://kosis.kr/common/meta_onedepth.jsp?vwcd=MT_ZTITLE&listid=K22 [accessed 5 August 2017].
2. Labrèche F, Forest J, Trottier M, Lalonde M, Simard R. Characterization of chemical exposures in hairdressing salons. *Applied Occupational and Environmental Hygiene*. 2003; 18(12): 1014-1021.
3. World Health Organization (WHO). IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans-classifications. Available: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification> [accessed 13 November 2017].
4. Militello G. Contact and primary irritant dermatitis of the nail unit diagnosis and treatment. *Dermatology and Therapy*. 2007; 20, 47-53.
5. Jung JW, Jung GH, Shin JH, OH YI, Jung JW, Bae MJ, et al. Study on managing hazardous substances in public hygiene Sector. Korea Institute for Health and Affairs. 2011.
6. Kim NH, Min KW, Cho GW, Seo DJ, Im KH, Jeung WS et al. Health effects on workers and actual exposure of VOCs in the nail shops. *Journal of Korean Society of Occupational and Environmental Hygiene*. 2017; 27(1): 59-69.
7. Son BS, Song MR Yang WH, Park JA. Indoor and outdoor concentrations of air pollutants in beauty shops at Kwangju Area. *Journal of Environmental Science International*. 2006; 15(2): 101-106.
8. Quach T, Gunier R, Tran A, Von Behren J, Doan-Bilings et al. Characterizing workplace exposures in Vietnamese women working in California nail salons. *American Journal of Public Health*. 2011; 101(1): 271-276.
9. Kim HH, Shim JH, Park CS, Yang JY. Exposure assessment of VOCs and aldehydes in nail shop workers and symptoms. *Journal of Odor and Indoor Environment*. 2010; 7(2): 101-112.
10. Ronda E, Hollund B, Moen B. Airborne exposure to chemical substances in hairdresser salons. Environmental monitoring and assessment. *Environmental Monitoring and Assessment*. 2009; 153(1): 83-93.
11. Heymann, WR. Nail cosmetics: Potential hazards. *Journal of the American Academy of Dermatology*. 2007; 57(6): 1069-1070.
12. Gjølstad, M, Thorud S, Molander P. Occupational exposure to airborne solvents during nail sculpturing. *Journal of Environmental Monitoring*. 2006; 8(5): 537-542.