

2018년도

최종보고서

18-05-02-70-73

# 경기도 미용관리시설 실내환경조사 및 관리방안 연구

이 정 현



환경부지정

경기녹색환경지원센터

kangwon Green Environment Center



# 제 출 문

경기녹색환경지원센터장 귀하

본 보고서를 “경기도 미용관리시설 실내환경조사  
및 관리방안 연구”에 관한 최종보고서로 제출합니다.

연구기관명 : KOTITI시험연구원

연구책임자 : 이 정 현 본부장(생활환경사업본부)

연 구 원 : KOTITI시험연구원 김다진, 박창수, 손혜림

리스컴(주) 김예신, 김명현, 박화성



---

경기도 미용관리시설 실내환경조사  
및 관리방안 연구

---

KOTITI시험연구원

경기녹색환경지원센터



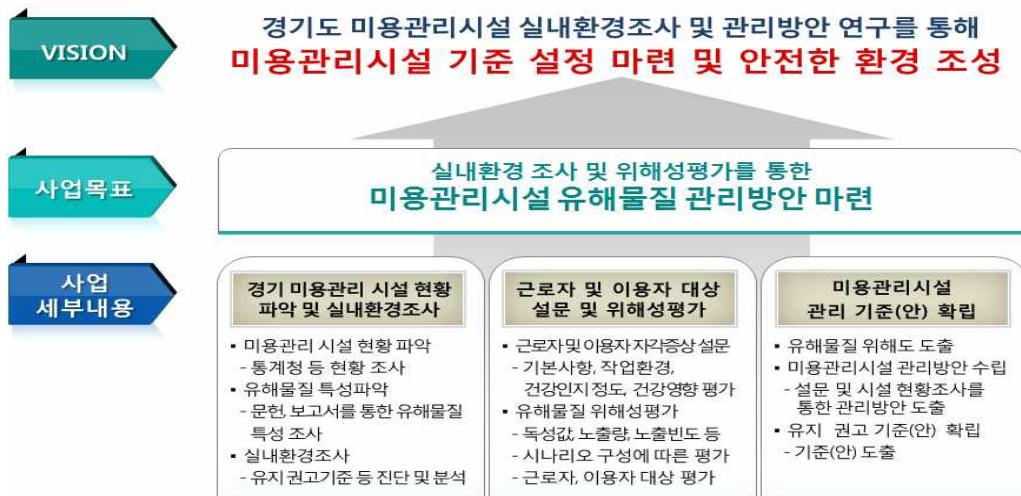
# 요 약 문

## I. 연구개요

|      |                                   |       |            |
|------|-----------------------------------|-------|------------|
| 연구명  | 경기도 미용관리시설 실내환경조사 및 관리방안 연구       |       |            |
| 수행기관 | KOTITI시험연구원                       | 연구책임자 | 이정현        |
| 연구기간 | '18.06.15 ~ '19.01.14 (7개월)       | 연구비   | 50,000 천 원 |
| 연구내용 | 경기도 미용관리시설 실내환경 실태조사 및 안전 관리방안 마련 |       |            |

## II. 연구의 필요성 및 목적

- 최근 많은 사람들이 헤어 관리나 네일아트 등의 미용활동을 하며 여가시간을 보내고 있으며, 이와 동시에 미용산업 사업체 및 종사자수 역시 매년 꾸준히 증가하는 추세임
- 허나 선행연구에 따르면, 미용실에서 사용되는 제품에는 약 3,000 종의 화학물질이 포함되어있고 그 중 30 %는 독성물질로 분류되고 있다고 보고됨
- 미용관리시설에서 사용되는 화학제품의 유해성에도 불구하고, 대부분의 미용업 종사자들이 화학물질의 유해성에 대한 별다른 인지없이 사용하고 있기 때문에 미용관리시설에 근무하는 종사자뿐만 아니라 고객 또한 화학물질 노출에 무방비한 실정임
- 이에 본 연구에서는 미용관리시설 실내환경 오염물질 실태조사를 통해 각 시설의 실내공기질 오염실태를 파악하고 그에 따른 관리방안을 마련하고자 함



### III. 연구의 내용 및 범위

#### 1. 연구 대상 시설 선정

- 경기도 31개 시·군 중 인구 수 대비 시설 분포를 고려하여, 종합 순위 상위/중위/하위 각각 2개 지역, 총 6개 지역 선정함. 그리하여 (상위)성남/부천, (중위)오산/남양주, (하위)과천/양평이 최종 선정됨
- 대상 시설 선정은 지역 및 시설 면적을 고려하여 미용실, 네일숍 각각 30개소씩, 총 60개소 시설을 대상으로 진행함

#### 2. 근로자 및 이용자 설문조사

- 시설 특성 및 건강 자각 증상 등을 평가하기 위해, 설문지를 4개 부분으로 나눠 평가 항목은 크게 근로자/이용자 기본 정보, 시설 환경 특성, 업무 특성, 건강 자각 증상으로 구성하여 근로자 대상 60명, 이용자 대상 107명을 대상으로 조사하였다.

| 구분       | 내용   | 대상          |
|----------|--|-------------|
| 대상자 기본정보 | - 성별, 생년월일, 흡연여부, 직급, 렌즈 착용 유무 등   | 근로자<br>/이용자 |
| 시설 환경 특성 | - 시설 위치, 시설 면적, 수용 인원수<br>- 개원 시기, 최근 인테리어 여부<br>- 환기 방식, 환기설비 유무, 방향제 사용 여부 등 | 근로자         |
|          | - 미용관리시설 환경 관심도 관련 문항  | 이용자         |
| 업무 특성    | - 경력, 근무 기간, 근무시간(일), 시술 고객 수(일) 등   | 근로자         |
| 건강 증상 자각 | - 안구, 코 자극 등 관련 문항<br>- 증상 시기, 건강상태, 질병, 알레르기 여부 등                             | 근로자<br>/이용자 |



### 3. 실내환경조사

- 실내환경조사는 2018년 7월부터 2018년 10월까지 미용실 30개소, 네일숍 30개소를 대상으로 실내공기질 측정을 진행하였으며, 각 시설의 실내공기를 대표하는 지점을 2곳 선정하여 측정함

| 점검 항목 | 사업 내용  |
|-------|--|
| 점검 대상 | 미용관리시설 60개소(미용실 30개소, 네일숍 30개소)  |
| 조사 지역 | 경기도 (성남, 부천, 오산, 남양주, 양평, 과천)  |
| 소요 시간 | 약 1시간~6시간(미세먼지) / 시설 당   |
| 조사 장소 | 대상시설 내 2지점 이상(공정시험기준 준용)   |
| 조사 항목 | - 실내공기질 유지기준 참조<br>① 미세먼지(PM-10), ② 이산화탄소(CO <sub>2</sub> ), ③ 알데하이드류,<br>④ 총부유세균(TBC)<br>- 실내공기질 권고기준 참조<br>⑤ 휘발성유기화합물류(VOCs), ⑥미세먼지(PM-2.5), ⑦ 곰팡이 |

### 4. 인체 위해성평가

- 위해성평가의 절차는 크게 위험성 확인, 용량-반응 평가, 노출평가, 그리고 위험도 결정 단계로 구성되며, 각각의 단계에 따라 다음과 같이 진행 함

|          |  |   |
|----------|--|---|
| 위험성 확인   | 실내공기질관리법 상 유지/권고기준 10개 항목에 대한 개별 독성 확인 및 분류  |   |
| 용량 반응 평가 | 예) 발암성 물질 : 동물 실험 자료와 수학적 모델을 이용하여 발암잠재력 결정  | 예) 비발암성 물질 : NOAEL 및 불확실성 상수 결정<br>참고치 결정   |
| 인체 노출 평가 | 호흡노출 농도를 이용하여 인체 노출량 산출<br>$LADD = \sum_{i=1}^n \frac{CR}{BW} \times \frac{ET \times EF \times ED}{AT} \times Conc$                      |   |
| 위해도 결정   | 초과발암위해도(CR)<br>= 노출량 × 발암잠재력<br><br>다매체/다경로 발암 위해도<br>= $\sum (CR_{air} + CR_{water} + CR_{soil})$<br><br>미용실 및 네일숍 이용에 따른 발암 위해 허용수준 결정 | 위험값(HQ)<br>= 노출량 ÷ 참고치<br><br>다매체/다경로 위험값<br>= $\sum (HQ_{air} + HQ_{water} + HQ_{soil})$<br><br>미용실 및 네일숍 이용에 따른 비발암 위해지 허용수준 결정 |

#### IV. 연구결과

##### ○ 연구 결과 요약

| 구분             | 연구결과 요약   |
|----------------|---|
| 선정결과           | <ul style="list-style-type: none"> <li>조사지역: 상위(성남, 부천), 중위(오산, 남양주), 하위(과천, 양평)</li> <li>조사건수: 총 60개소(미용실 30개소, 네일숍 30개소)</li> <li>조사일정: 2018년 7월 ~ 10월(약 4개월)</li> </ul>  |
| 설문결과           | <ul style="list-style-type: none"> <li>근로자 설문: 총 60명(미용실 30명, 네일숍 30명)</li> <li>이용자 설문: 총 107명(미용실 67명, 네일숍 40명)</li> <li>근로자 여성(92%), 평균 연령(42.6세), 몸무게(57.6 kg)<br/>평균 경력(13.2년), 평균 근무시간(9.4시간)</li> <li>이용자 평균 몸무게(60.7 kg), 방문횟수(0.9회/월), 이용시간(2.2시간)<br/>기준마련 필요 여부(95.3% 응답)</li> </ul>  |
| 실내환경조사 결과      | <ul style="list-style-type: none"> <li>평균 실내온도(26.2 °C), 실외(25.8 °C), 평균습도 실내(53.1%), 실외(59.7%)</li> <li>실내공기질관리법 초과 시설: 1개물질(15곳), 2개 물질(11곳), 3개 물질(4곳)</li> <li>미세먼지 평균 미용실(35.2 µg/m³), 네일숍(40.7 µg/m³)</li> <li>이산화탄소 평균 미용실(773.7 ppm), 네일숍(820.8 ppm)</li> <li>폼알데하이드 평균 미용실(51.6 µg/m³), 네일숍(78.6 µg/m³)</li> <li>벤젠 평균 미용실(5.1 µg/m³), 네일숍(5.9 µg/m³)</li> <li>톨루엔 평균 미용실(94.5 µg/m³), 네일숍(195.2 µg/m³)</li> <li>총부유세균 평균 미용실(530.2 CFU/m³), 네일숍(542.8 CFU/m³)</li> <li>곰팡이 평균 미용실(483.4 CFU/m³), 네일숍(411.0 CFU/m³)</li> </ul> |
| 유해물질 통계적 분석    | <ul style="list-style-type: none"> <li>재실자수에 따라 이산화탄소가 높아지는 경향</li> <li>면적 분류에 따라 이산화탄소, 총부유세균이 작은 규모에서 높은 경향</li> <li>공기청정기 유무에 따라 네일숍 미세먼지 낮아지는 경향</li> <li>환풍기 유무에 따라 미용실 미세먼지 낮아지는 경향</li> <li>상관성 분석 결과 이산화탄소가 높아질수록 휘발성물질이 높아지는 유의한 상관성 확인(p&lt;0.01). 곰팡이와 총부유세균도 유의한 상관성 확인</li> </ul>  |
| 사용제품 PAHs 분석   | <ul style="list-style-type: none"> <li>제품 구매: 미용 10개, 네일 10개 제품</li> <li>18개 물질 분석 결과 네일 영양제에서 나프탈렌 1.7 ppm 검출</li> </ul>   |
| 위해성평가 결과       | <ul style="list-style-type: none"> <li>발암물질: 폼알데하이드는 만명당 1명(1X10<sup>-4</sup>)에서 십만명당 8명(1X10<sup>-5</sup>) 수준으로 높게 산출로 개선 필요. 벤젠은 백만명당 6~7명으로 지속적 관리 필요</li> <li>비발암물질: 톨루엔, 에틸벤젠, 자일렌, 스틸렌은 비발암독성위험값(HQ=1)을 초과하는 하지 않아 영향 미비</li> </ul>   |
| 물질별 관리기준(안) 제안 | <ul style="list-style-type: none"> <li>미세먼지(PM-2.5), 이산화탄소, 총부유세균, 곰팡이는 실내공기질 관리법의 기준을 제안하며, 그 외 발암물질로 분류되는 폼알데하이드는 미용실 61 µg/m³, 네일숍 66 µg/m³, 벤젠은 미용실 77 µg/m³, 네일숍 84 µg/m³로 제안</li> <li>비발암물질인 톨루엔은 미용실 317 µg/m³, 네일숍 346 µg/m³, 에틸벤젠 미용실 793 µg/m³, 네일숍 864 µg/m³, 자일렌 미용실 80 µg/m³, 네일숍 87 µg/m³, 스틸렌 미용실 793 µg/m³, 네일숍 864 µg/m³로 제안</li> </ul>  |
| 제한점을 통한 제안     | <ul style="list-style-type: none"> <li>추가 실태조사 제안(계적적 영향 고려, 측정시간, 근로자 시술방법 및 형태, 시설형태)</li> <li>근로자 홍보를 위한 실태조사 제안(공기정화시스템 구축 시설과 일반 시설 비교평가)</li> </ul>   |

○ 대상 시설 선정

본 연구의 실내환경조사 및 설문은 경기도 내 상위(성남, 부천), 중위(오산, 남양주), 하위(연천, 과천)지역을 선정하였으며, 하위지역은 인구수 대비시설 수가 적어 하위 추가 선정(양평, 가평)하여 총 60개 시설(미용실 30개소, 네일숍 30개소)을 조사함. 과천시에 등록된 네일숍은 6개로 이 중 4개 시설을 진행하고 부족한 시설은 남양주에서 추가하여 진행함.

2018년 7월부터 10월까지 4개월 동안 60개 시설(미용실 30개소, 네일숍 30개소)을 실내환경조사를 수행 함.

| 구분  |    | 상위 |    | 중위 |     | 하위 |    | 하위(추가) |    |
|-----|----|----|----|----|-----|----|----|--------|----|
|     |    | 성남 | 부천 | 오산 | 남양주 | 연천 | 과천 | 양평     | 가평 |
| 미용실 | 30 | 5  | 5  | 5  | 5   | -  | 5  | 5      | -  |
| 네일숍 | 30 | 5  | 5  | 5  | 6   | -  | 4  | 5      | -  |
| 합계  | 60 | 10 | 10 | 10 | 11  | -  | 9  | 10     |    |

○ 설문조사 결과

미용관리시설(미용실, 네일숍) 근무자를 대상으로 설문조사를 진행하였으며, 이용자 대상 설문은 주로 이용자가 거부하거나 관리자의 협조가 없어서 추가적으로 성남지역에 거주하는 미용관리시설 방문한 경험이 있는 이용자를 대상으로 진행

미용관리시설(미용실, 네일숍)의 위치는 주로 지상에 있었으며, 3개 시설만 스포츠센터, 빌딩 등 지하에 위치. 방문시 연구원을 포함하여 평균 재실자는 3.2명이었으며, 3명 미만이 17곳, 3명 이상 43곳으로 조사. 규모는 33 ㎡이하가 30개 시설, 33 ㎡ 초과 시설이 30개 이었으며, 네일숍은 규모가 작은 곳이 많았음. 개장 시기는 2년 이상~ 5년 미만의 시설이 25곳으로 많았으며, 환기 설비(환기시스템)가 갖춰진 곳은 37곳으로 확인 됨. 창문을 통해 환기를 할 수 있는 시설이 41곳 이었으며, 공기청정기를 구비한 시설은 21곳이었음. 방향제를 사용하지는 않는 곳이 많았지만, 22개 시설에서 사용한다고 하였으며, 네일숍에서 사용하는 것으로 조사 됨. 평일이용자수는 평균 11.4명으로 조사 됨.

여성의 근로자 수가 92 %를 차지하고 있으며, 평균 나이는 42.6세, 평균 몸무게는 57.6 kg으로 조사 됨. 주로 흡연은 하고 있지 않으며, 조사 대상 시설이 1인 숭이 많아 관리자가 대부분이었으며, 학력은 고졸이 55 %로 가장 많은 것으로 조사 됨.

미용관리시설 근무 경력은 평균 13.2년이며, 10년 이상~ 20년 미만이 38 %로 조사 됨. 근무시간은 평균 9.4시간이며, 8시간을 초과한 경우가 73 %로 상당히 높게 조사되었으며, 하루에 시술 건수는 7.7명이며, 10명이상도 38 %로 조사됨.

근로자들을 대상으로 근무환경과 관련하여 최근 2주 동안 발현된 증상이 있었는지에 대한 건강 자각증상 설문을 진행한 결과, 증상이 심한 근로자는 없었으며, 이중 증상이 있었다라고 체크한 증상 중 “피곤한 적이 많았습니까?”의 질문에 70 %로 가장 많이 응답. 또한, “코가 자극되어 콧물이 나오거나 재채기 혹은 코가 막혔습니까?”의 질문에 32명(53%)이 응답하였으며, 이중 네일숍 근로자들 중에서 알레르기 비염을 갖고 있는 근로자가 많은 것으로 조사 됨. 이러한 증상들은 주로 오후 3시 전후에 나타났다는 의견이 많았으며, 증상이 사라지는 시기는 퇴근 후 또는 주말에 사라진다고 응답 함.

○ 실내환경조사 결과

대상 시설의 평균 온도는 실내 26.2 °C 및 실외 25.8 °C, 평균 상대습도는 실내 53.1 % 및 실외 59.7 %으로 조사 됨.

실내공기질관리법 실내공기질 유지·권고 기준에 따라 미세먼지, 이산화탄소, 총부유세균, 곰팡이, 폼알데하이드를 초과한 시설을 구분해본 결과 15개 시설(25 %)에서 1개 물질이 초과가 되었으며, 11개 시설(18.3 %)에서 2개 물질, 3개 물질이 초과된 시설도 4곳(6.7 %)으로 조사 됨. 이중 네일숍 2곳, 미용실 2곳이 물질 3개를 초과하였으며, 네일숍 2곳은 네일재료에 사용될 수 있는 폼알데하이드가 기준치를 초과. 미용실도 2곳이 3개 물질이 초과하였으며, 주로 부유세균, 곰팡이의 농도가 높게 조사 됨.

| 물질  |                 | AVE±S.D.<br>(MIN~MAX)           | 검출수<br>(건) | 초과여부<br>(건, %) |
|---|-----------------|---------------------------------|------------|----------------|
| 미세먼지(PM-2.5)*<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |                 | 37.9±28.0<br>(1.9~146.3)        | 60         | 8, 13.0        |
| 이산화탄소*<br>(ppm)                               |                 | 797.2±266.2<br>(481.0~1945.0)   | 60         | 11, 18.3       |
| 총부유세균*<br>(CFU/ $\text{m}^3$ )                |                 | 586.5±491.5<br>(7.0~2866.7)     | 60         | 13, 21.7       |
| 곰팡이*<br>(CFU/ $\text{m}^3$ )                  |                 | 447.2±563.8<br>(29.0~3188.0)    | 60         | 13, 21.7       |
| 알데하이드류<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )        | Formaldehyde*   | 65.1±37.0<br>(12.1~200.7)       | 60         | 8, 13.0        |
|   | Acetaldehyde    | 40.0±68.2<br>(5.7~376.8)        | 60         | -              |
|   | Acetone         | 3440.7±4835.5<br>(81.7~15577.7) | 60         | -              |
|   | Propionaldehyde | 0.8±3.4<br>(0.0~22.0)           | 6          | -              |
|   | Benzylaldehyde  | 1.3±3.7<br>(0.0~17.3)           | 9          | -              |

| 물질                                       |                          | AVE±S.D.<br>(MIN~MAX)       | 검출수<br>(건) | 초과여부<br>(건, %) |
|--|--------------------------|-----------------------------|------------|----------------|
| 휘발성유기화합물<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | 2-Propanol               | 32.8±78.6<br>(0.0~517.5)    | 38         | -              |
|  | 2-Butanone               | 59.2±117.4<br>(0.0~619.2)   | 59         | -              |
|  | Hexane                   | 2.5±9.0<br>(0.0~45.9)       | 6          | -              |
|  | Ethyl acetate            | 47.7±78.2<br>(2.8~496.5)    | 60         | -              |
|  | Benzene                  | 5.5±3.6<br>(1.8~25.7)       | 60         | -              |
|  | 1-Butanol                | 8.3±6.6<br>(1.2~31.0)       | 60         | -              |
|  | Trichloroethylene        | 2.4±3.1<br>(0.0~13.1)       | 26         | -              |
|  | Toluene                  | 144.8±197.3<br>(8.3~1288.5) | 60         | -              |
|  | Tetrachloroethylene      | 3.5±4.9<br>(0.0~30.7)       | 46         | -              |
|  | Butyl acetate            | 48.0±74.5<br>(0.0~355.2)    | 41         | -              |
|  | Ethylbenzene             | 27.0±53.5<br>(1.8~326.3)    | 60         | -              |
|  | mp-Xylene                | 22.2±56.4<br>(1.8~352.8)    | 60         | -              |
|  | Styrene                  | 11.2±23.4<br>(1.0~153.2)    | 60         | -              |
|  | o-Xylene                 | 14.9±33.2<br>(1.3~204.3)    | 60         | -              |
|  | alpha-pinene             | 11.0±19.1<br>(0.0~97.6)     | 56         | -              |
| Limonene                                 | 31.0±72.1<br>(0.0~544.1) | 59                          | -          |                |

\* 실내공기질 관리법 상 유지·권고 기준

미세먼지(PM-2.5) 평균 농도는 미용실이  $35.2\pm 25.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , 네일숍이  $40.7\pm 30.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , 최고 농도  $146.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 조사.

이산화탄소의 평균 농도는 미용실이  $773.7\pm 210.5 \text{ ppm}$ , 네일숍이  $820.8\pm 314.1 \text{ ppm}$ 으로 최고 농도는  $1945 \text{ ppm}$ 으로 조사.

폼알데하이드의 평균 농도는 미용실  $51.6\pm 78.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , 네일숍  $78.6\pm 42.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 네일숍이 높게 조사되었으며, 아세트알데하이드의 평균 농도는 미용실  $23.8\pm 22.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , 네일숍  $56.3\pm 91.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 네일숍에서 높게 조사. 네일숍에서 주로 사용되는 아세톤은  $6,334.6\pm 5,446.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 조사되었으며, 미용실에서  $546.7\pm 763.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 조사. 프로피온알데하이드는 미용실 2곳에서 검출되어  $1.0\pm 4.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 였으며, 네일숍도 4곳에서 검출되어  $0.6\pm 2.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 로

조사. 벤질알데하이드도 미용실 4곳에서만 검출되어  $1.0 \pm 2.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 조사되었으며, 네일숍도 5곳에서 검출되어  $1.6 \pm 4.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 조사.

개별물질 중 백혈병 등을 유발하는 발암물질인 벤젠은 신축공동주택의 실내 공기질 권고기준  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 와 비교하여 미용실  $5.1 \pm 2.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , 네일숍  $5.9 \pm 4.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 네일숍이 조금 높게 조사되었지만, 기준치를 초과하지는 않음. 중추신경계, 뇌장애 등 생식독성 물질인 톨루엔은 신축공동주택의 실내 공기질 권고기준  $1,000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 와 비교하여 미용실  $94.5 \pm 118.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , 네일숍  $195.2 \pm 245.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 화학제품을 많이 사용하는 네일숍에서 높게 조사되었으며, 네일숍 1곳에서만 초과. 눈, 코, 목 자극, 현기증, 무기력 등 자극독성 물질인 에틸벤젠은 신축공동주택의 실내 공기질 권고기준  $360 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 와 비교하여 미용실  $13.3 \pm 18.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , 네일숍  $40.6 \pm 71.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 화학제품을 많이 사용하는 네일숍에서 높게 조사되었으며, 기준치를 초과하지 않음. 자일렌은 신축공동주택의 실내 공기질 권고기준  $700 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 와 비교하여 m,p-자일렌은 미용실  $9.3 \pm 9.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , 네일숍  $35.2 \pm 77.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 o-자일렌은 미용실  $7.1 \pm 7.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , 네일숍  $22.8 \pm 45.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 네일숍에서 높게 조사. 스티렌은 신축공동주택의 실내 공기질 권고기준  $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 와 비교하여 미용실  $6.7 \pm 9.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , 네일숍  $15.7 \pm 31.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 화학제품을 많이 사용하는 네일숍에서 높게 조사 됨.

총부유세균은 3회 측정하여 배양된 colony를 환산표에 적용하여 보정하고 유량을 적용하여 평균값을 도출. 평균 농도는 미용실  $530.2 \pm 542.1 \text{CFU}/\text{m}^3$ , 네일숍  $542.8 \pm 440.3 \text{CFU}/\text{m}^3$ 로 최고 농도는  $2867.0 \text{CFU}/\text{m}^3$ 로 조사 됨.

곰팡이도 부유세균과 마찬가지로 3회 측정하여 배양된 Fungi를 환산표에 적용하여 보정하고 유량을 적용하여 평균값을 도출. 평균 농도는 미용실  $483.4 \pm 712.0 \text{CFU}/\text{m}^3$ , 네일숍  $411.0 \pm 370.2 \text{CFU}/\text{m}^3$ 로 최고 농도는  $3188.0 \text{CFU}/\text{m}^3$ 로 조사 됨.

#### ○ 미용관리시설 근로자 사용제품 PAHs 분석결과

다방향족탄화수소(PAHs)는 유럽연합 REACH 및 미국 환경보호국(US EPA)에서 규제하며 화장품법에도 사용제한을 하는 18개 물질을 대상으로 선정함.

미용실에서 사용하는 제품은 퍼머약, 중화제, 염색약, 산화제, 탈색제, 영양제 등이 있으며 헤어샴푸, 린스 등은 제외. 네일숍에서는 폴리쉬, 리무버, 베이스코트, 탑코트, 프라이머, 영양제, 쿼드라이어 등을 조사하여 이 중 미용관리시설에서 주로 사용하는 제품을 대상으로 미용실 10개, 네일숍 10개 제품을 선정.

미용실 대상 제품은 성남지역의 미용재료 판매점을 대상으로 저가/고가의 제품을 대상으로 구매하였으며, 네일제품 또한 성남지역의 네일아트재료 판매점을 대상으로 저가/고가의 제품을 대상으로 구매하여 분석 진행.

미용관리시설 대상제품 분석결과 네일숍에서 사용하는 영양제에서만 나프탈

렌이 1.7 ppm으로 검출(검출한계 0.2 ppm)되었으며, 나머지 불검출. 나프탈렌은 발암가능 물질로 다량 노출되면 신장, 간독성을 일으킬 수 있어, 화장품 원료로 사용할 수 없도록 규정하고 있으나, 다른 물질 합성과정에서 함유되었을 가능성을 간과할 수 없음

○ 인체 위해성평가 결과

미국 환경보호청(US EPA) 및 유럽연합(EU)의 물질별 위해성평가 기법, 세계 보건기구(WHO)의 EHC 보고서 등을 검토하여 미용관리시설의 건강 위해성평가 기법을 사용 함.

대상 물질 중 Formaldehyde, Benzene는 인체 발암성 물질로, Toluene, Ethylbenzene, Xylene, Styrene은 비발암성 독성물질로 분류하여 각각 물질 특성에 대한 인체 위해도를 산출 함. 또한, 한국노출계수, 및 근로자, 이용자 설문을 토대로 시설별 이용자 특성을 고려한 노출 시나리오를 구축.

본 연구에서는 시설에 근무하는 근로자 및 시설별 평균 이용 패턴을 고려한 평균 이용 시나리오를 구성하여 각각에 대한 인체 위해성평가를 수행.

또한, 인체 발암성 물질의 경우에는 각 시설의 초과 발암위해도를 산출하였으며, 비발암독성물질의 경우에는 비발암독성위험값을 산출.

본 연구에서는 수행된 미용관리시설 근로자 폼알데하이드의 초과발암위해도는 만명당 1명( $1 \times 10^{-4}$ )에서 십만명당 8명( $1 \times 10^{-5}$ ) 수준으로 높게 산출되어 근로자들의 근무여건 개선을 위한 저감 조치가 필요할 것으로 판단됨. 그 외 벤젠에 의한 인체 위해도는 백만명당 6~7명( $1 \times 10^{-6}$ )으로 산출되어 지속적인 관리만 우선되면 문제시 되진 않을것으로 판단됨.

| 구분     | 미용실      |          | 네일숍      |          |
|--------|----------|----------|----------|----------|
|        | 근로자      | 이용자      | 근로자      | 이용자      |
| 폼알데하이드 | 8.56E-05 | 3.21E-06 | 1.20E-04 | 4.89E-06 |
| 벤젠     | 6.68E-06 | 2.51E-07 | 7.07E-06 | 2.89E-07 |

또한, 비발암물질인 톨루엔, 에틸벤젠, 자일렌, 스틸렌의 시설 평균값으로 분석한 비발암독성위험값(HQ=1)을 초과하는 하지는 않았지만, 네일숍의 톨루엔, 자일렌 최대값에서 HQ=1을 초과하고 있어 잠재적인 인체 유해물질로 관리가 필요한 것으로 평가 됨.

| 구분   | 미용실     |         | 네일숍     |         |
|------|---------|---------|---------|---------|
|      | 근로자     | 이용자     | 근로자     | 이용자     |
| 톨루엔  | 0.02981 | 0.00112 | 0.05649 | 0.00231 |
| 에틸벤젠 | 0.00168 | 0.00006 | 0.00470 | 0.00019 |
| 자일렌  | 0.01033 | 0.00039 | 0.03353 | 0.00137 |
| 스티렌  | 0.00085 | 0.00003 | 0.00182 | 0.00007 |

○ 미용관리시설 관리기준(안)

본연구에서 관리기준(안)을 마련하기 위해  
 첫째, 경기도 지역 미용관리시설 파악 및 실내환경조사  
 둘째, 측정결과를 이용한 시설별 인체위해성평가  
 셋째, 실태조사 및 인체 위해성평가를 바탕으로 실내공기질 기준설정(안) 마련  
 위의, 세가지 세부 연구 목표를 설정하고 이를 수행  
 일부 관리기준이 있어 위해성평가를 수행하지 않은 미세먼지, 이산화탄소, 총부유세균, 곰팡이는 실내공기질 관리법의 기준을 적용하여 아래와 같은 결과를 도출 함.

| 대상물질                                      | 미용실   | 네일숍   |
|---|-------|-------|
| 미세먼지(PM-2.5) ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | 70    | 70    |
| 이산화탄소 (ppm)                               | 1,000 | 1,000 |
| 총부유세균 (CFU/ $\text{m}^3$ )                | 800   | 800   |
| 곰팡이 (CFU/ $\text{m}^3$ )                  | 500   | 500   |
| Formaldehyde ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | 61    | 84    |
| Benzene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )      | 77    | 66    |
| Toluene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )      | 317   | 346   |
| Ethylbenzene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | 793   | 864   |
| Xylene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )       | 80    | 87    |
| Styrene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )      | 793   | 864   |

시설별 관리대상을 다음과 같이 구분하여 도출 함

첫째, 평균값이 일반 시설 기준치를 초과하는 시설은 없음

둘째, 평균값의 70%가 일반 시설 기준치를 초과하는 시설

- 이산화탄소(미용실, 네일숍), 총부유세균(미용실), 곰팡이(미용실, 네일숍)이 관리항목 포함 필요

셋째, 평균값은 일반 시설 기준치 이내이나, 시설 내부에서 배출원이 존재하는 등의 물질로 기준치 초과 가능성이 있어 관리가 필요하다고 판단되는 시설

- 미세먼지(네일숍)이 관리항목이 될 필요



|   | 기준치   | 미용실 | 네일숍 |
|---|-------|-----|-----|
| 미세먼지(PM-2.5) ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | 70    |     | △   |
| 이산화탄소 (ppm)                               | 1,000 | ◎   | ◎   |
| 총부유세균 (CFU/ $\text{m}^3$ )                | 800   | ◎   |     |
| 곰팡이 (CFU/ $\text{m}^3$ )                  | 500   | ◎   | ◎   |
| Formaldehyde ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | 100   |     | ◎   |
| Benzene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )      | -     |     | △   |
| Toluene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )      | -     |     | △   |
| Ethylbenzene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | -     |     | △   |
| Xylene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )       | -     |     | △   |
| Styrene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )      | -     |     | △   |

- : 기준치 초과 시설
- ◎ : 기준치 70% 초과 시설
- △ : 관리가 필요한 시설

## V. 관리기준 및 제한점을 통한 제안

### ○ 물질별 관리기준(안)

일부 관리기준이 있어 위해성평가를 수행하지 않은 미세먼지(PM-2.5), 이산화탄소, 총부유세균, 곰팡이는 실내공기질 관리법의 기준을 제안하며, 그 외 발암물질로 분류되는 폼알데하이드는 미용실  $61 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , 네일숍  $66 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , 벤젠은 미용실  $77 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , 네일숍  $84 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 제안하고자 한다.

비발암물질인 톨루엔은 미용실  $317 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , 네일숍  $346 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , 에틸벤젠  $793 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ,  $864 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , 자일렌  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , 네일숍  $87 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , 스티렌 미용실  $793 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , 네일숍  $864 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 제안하고자 한다.

### ○ 시설별 관리항목(안)

시설별 기준치 초과 시설, 기준치 70 % 초과 시설, 평가 결과 관리가 필요한 시설을 구분하여 도출한 결과 미용실은 이산화탄소, 총부유세균, 곰팡이에 대한 관리가 필요하며, 네일숍은 미세먼지(PM-2.5), 이산화탄소, 곰팡이, 폼알데하이드, 벤젠, 톨루엔, 에틸벤젠, 자일렌, 스티렌이 선정되어 관리항목으로 제안하고자 한다.

### ○ 제한점을 통한 실태조사 제안

- ① 계절적 불확실성을 확인할 수 있는 실태조사를 통한 관리기준 마련 제안
- ② 측정시간, 근로자 시술방법 및 형태에 따른 유해물질 실태조사 제안
- ③ 시설 형태(로드숍, 스텝숍 등)에 따른 실태조사 제안
- ④ 공기정화시스템 구축 시설 비교 평가를 통한 비교평가 및 근로자 홍보를 위한 실태조사 제안

