

## 흡연과 금연 나이트클럽의 간접흡연 노출의 차이에 대한 탐색연구

곽수영 · 이보람 · Siyu Xu · 이기영<sup>†</sup> · 이도훈\*

서울대학교 보건대학원 환경보건학과 및 보건환경연구소, \*국립 암센터

### Pilot Study for Difference of Secondhand Smoke Exposure at Smoking and Non-smoking Nightclubs

Sooyoung Guak, Boram Lee, Siyu Xu, Kiyoung Lee<sup>†</sup>, and Dohoon Lee\*

Department of Environmental Health and Institute of Health and Environment,  
Graduate School of Public Health, Seoul National University, Seoul, Korea

\*National Cancer Center

#### ABSTRACT

**Objectives:** This pilot study assessed secondhand smoke (SHS) exposure in smoking and non-smoking nightclubs in Seoul, Korea by measuring the concentration of particulate matter smaller than 2.5  $\mu\text{m}$  ( $\text{PM}_{2.5}$ ).

**Methods:** This comparative study was conducted in three nightclubs in Seoul. While one non-smoking nightclub was measured on weekdays and weekends, different smoking nightclubs were measured on weekdays and weekends. The concentration of  $\text{PM}_{2.5}$  was observed using a real-time monitor over an average of three hours. The number of people in the clubs was also estimated. Settled dust was collected in a smoking and a non-smoking nightclub and analyzed for NNK concentration.

**Results:** The  $\text{PM}_{2.5}$  concentration in the smoking nightclubs was higher than those found in the non-smoking nightclub by 26 times on weekdays and three times on weekends. Indoor  $\text{PM}_{2.5}$  concentration was correlated with the number of people in the smoking nightclubs. Relatively high  $\text{PM}_{2.5}$  concentration was observed in the non-smoking nightclub on weekends. NNK concentration in the smoking nightclub was 7 times higher than in the non-smoking nightclub.

**Conclusion:** Smoking in nightclubs caused high  $\text{PM}_{2.5}$  concentration. Although the non-smoking nightclub had a lower  $\text{PM}_{2.5}$  concentration,  $\text{PM}_{2.5}$  concentration on weekends was higher due to the smoking room. Complete prohibition of smoking in nightclubs can protect patrons from secondhand smoke exposure.

**Keywords:** Indoor air, Nightclub, NNK,  $\text{PM}_{2.5}$ , Secondhand smoke

#### I. 서 론

실내 환경에서의 간접흡연은 실내 공기 오염의 가장 큰 원인이며 70종 이상의 발암성 물질과 7,000가지 이상의 화학물질을 포함하고 있다.<sup>1)</sup> 간접흡연에 의한 건강영향은 폐암, 호흡기계 질환, 심혈관 질환 및 여러 질병을 일으키는 것으로 오래전부터 보

고되고 있다. 간접흡연으로 인한 건강영향을 줄이기 위해 아일랜드를 시작으로 여러 선진 국가들에서는 공공장소 및 다중이용시설에서의 전면적인 실내금연 정책을 시행하고 있다. 한국의 경우 국민건강증진법 시행규칙이 2012년부터 개정되어 2013년 1월 1일부터 면적이 150  $\text{m}^2$  이상인 휴게음식점영업소, 일반음식점영업소 및 제과점영업소에서 금연정책을 시행되

<sup>†</sup>Corresponding author: Department of Environmental Health, Graduate School of Public Health, Seoul National University, Tel: 82-2-880-2735, Fax: 82-2-762-2888, E-mail: cleanair@snu.ac.kr

Received: 28 January 2014, Revised: 21 February 2014, Accepted: 26 February 2014

었다. 2014년 1월 1일부터는 영업소의 면적이 100 m<sup>2</sup>로 대상이 확대되어 시행되며, 2015년 1월 1일부터 위의 모든 음식점영업소에서 금연 정책이 시행 될 예정이다.<sup>2)</sup>

한국에서는 다른 여러 선진국가에서와 같이 모든 실내 공공시설에 금연정책이 적용되지 않고 있다. 여러 사람이 이용하는 시설인 나이트클럽, 노래방 및 몇몇 유흥업소는 이러한 실내금연정책에 포함되어 있지 않으며 이러한 장소에서의 간접흡연 노출에 대한 우려의 목소리가 커지고 있다. 나이트클럽 내의 오염원으로는 사람의 활동으로 발생하는 미세먼지, 담배연기, 연무 등이 있다. 나이트클럽에서 춤을 추는 경우 호흡률과 심장박동수가 상승하게 된다. 따라서 높은 호흡률과 심장 박동 수의 증가 때문에 나이트클럽 내 오염원에 대한 노출이 더욱 커질 수 있다.<sup>3)</sup> 나이트클럽을 방문하는 사람의 경우 적게는 30분 길게는 6시간이상 클럽에 머무르며 이들은 간접흡연에 무방비상태로 노출되고 있다.

나이트클럽은 술집과 마찬가지로 성인과 젊은이들의 실내 담배연기의 주요 노출 장소이며, 유럽 7개 도시의 간접흡연 노출연구 결과 나이트클럽에서의 니코틴 농도가 기차역, 대학 캠퍼스 같은 공공장소보다 훨씬 높게 검출되었다.<sup>4)</sup> 대부분의 나이트클럽들은 지하에 위치하고 큰 음악소리의 차음을 위해 창문 같은 자연환기 장치를 설치하지 않으며, 한정된 공간에 많은 사람들이 밀집하여 있다. 독일에서 조사된 디스코텍(나이트클럽) PM<sub>2.5</sub> 평균 농도는 음식점, 카페보다 5.3배 술집보다 3배 높았으며 디스코텍 내의 사람 중 50-60%가 흡연을 하는 것으로 조사되었다.<sup>5)</sup> 멕시코의 연구에서 디스코텍 이용자의 뇨 중 Cotinine level은 디스코텍에서 간접흡연에 노출되기 전 2.2 ng/ml였고, 노출된 후가 15.7 ng/ml로 증가하여 노출된 후에 생체 내 농도가 7배 높게 나타났다.<sup>6)</sup> 그러나 우리나라 나이트클럽에서 간접흡연에 관한 노출 연구는 아직 매우 부족한 상황이다.

실내 공기 중 미세먼지(PM<sub>2.5</sub>)는 실내활동 및 여러 요인들에 의해 발생될 수 있으나 실내흡연시 발생하는 양이 다른 원인들에 비해 그 영향이 상당히 크기 때문에 많은 실내 간접 흡연 연구에서 대표적 지표로 사용되고 있다.<sup>7)</sup> 미국 켄터키 주에서 PM<sub>2.5</sub>의 측정을 통해 전면금연정책 전후의 간접흡연의 수준

과 금연정책 영향을 파악하는 연구가 시행되었다.<sup>8)</sup> 간접흡연과는 다른 경로로 노출되는 3차 간접흡연은 흡연 시 발생하는 독성 화학물질이 집먼지, 벽, 가구 등의 표면에 흡착될 수 있으며 다시 공기 중으로 배출 되어 실내 재실자가 간접흡연에 노출되는 것이다. 3차 간접흡연의 지표로 니코틴, 1-(N-methyl-N-nitrosamino)-1-(3-pyridinyl)-4-butanal(NNAL), 4-(methylnitrosamino)-1-(3-pyridyl)-1-butanone(NNK) 등이 있다. NNK는 화학적으로 독성이 강하며 안정적이기 때문에 3차 간접흡연의 지표로써 여러 연구들에 사용되었다.<sup>9,10)</sup>

본 연구의 목적은 흡연 나이트클럽과 금연 나이트클럽의 클럽 내 간접흡연 노출의 차이가 있는지를 조사하는 것이다. 미세먼지(PM<sub>2.5</sub>)의 측정과 먼지 중 NNK 검출치 측정을 통해 간접흡연에 대한 노출 정도와, 나이트클럽 내 사람 수와 PM<sub>2.5</sub> 농도의 연관성을 파악하였다. 이번 연구는 법적 금연정책이 부재한 나이트클럽에서 자율적 흡연 규제만으로 간접흡연 노출로부터 사용자를 보호할 수 있는지에 대해 평가하였다.

## II. 재료 및 방법

2013년 10월 2일부터 11월 26일 사이 서울의 용산구와 마포구의 흡연이 허용되는 나이트클럽 2곳과 용산구의 금연 나이트클럽 1곳을 대상으로 하여, 실내 PM<sub>2.5</sub> 농도와 4-(methylnitrosamino)-1-(3-pyridyl)-1-butanone(NNK) 검출량을 조사하였다. 측정시간은 21시부터 0시까지로, 나이트클럽 내 PM<sub>2.5</sub> 농도 측정과 함께 10분 간격으로 클럽 내 사람 수를 관찰하였고, 측정 위치는 사람들이 춤추는 무대를 대표하는 무대 중앙으로 하였다. 나이트클럽 외기의 PM<sub>2.5</sub> 농도수준을 파악하기 위해 클럽 내부 측정 전과 후 10분 동안 클럽 앞 외부 측정을 하였다.

측정기기는 광산란 방식의 직독식 측정 기기인 Sidepak(Model AM510, TSI Inc., MN, USA)을 사용하여 PM<sub>2.5</sub>의 질량 농도를 측정하였다. 측정 간격은 1분, 공기 유량은 1.7 L/min으로 유지하였으며, 측정 전 모든 기기의 영점 보정을 실시하였다. 측정자가 측정용 가방에 Tigon tube를 연결한 Sidepak을 넣어 측정 하였으며 측정 위치는 바닥에서 1 m 이상으로 하였다.

Sidepak으로 수집한 PM<sub>2.5</sub>의 실시간 농도 데이터는 제조사 소프트웨어 프로그램인 TRAKPRO™ (Version 3.41, TSI, USA)를 사용하여 다운로드 받았다. 수집한 PM<sub>2.5</sub> 농도는 2차 중량측정 농도이므로 Conversion factor(기기보정계수) 0.295<sup>8)</sup>를 사용하여 보정하였으며 그 단위는 µg/m<sup>3</sup>로 나타내었다. SigmaPlot 10.0(Systat Software, Inc., Chicago, IL, USA)을 사용하여 흡연, 금연 나이트클럽의 평일과 주말의 PM<sub>2.5</sub> 농도 분포를 Box plot과 실시간 그래프를 비교하여 나타내었다. 모든 통계분석은 SPSS (SPSS for Windows, version 21.0, USA), Microsoft Office Excel 2010(Microsoft Corp, Redmond, WA, USA)을 사용하여 분석하였다. 흡연, 금연 나이트클럽 내 10분간 이용자수와 10분 평균 PM<sub>2.5</sub> 농도를 일치시켜 사람 수와 평균 PM<sub>2.5</sub> 농도의 관계를 회귀 분석 하였다.

간접흡연의 지표인 NNK의 측정을 위해 클럽내부와 흡연구역의 벽면이나 책상 위 먼지를 50% 메탄올로 충분히 적신 면 솜으로 닦아내었다. 표준시료와 샘플링 된 먼지의 전처리, 표준시료 및 먼지 검체에 4 ml의 100 mM ammonium acetate(AA) 수용액을 첨가한 후 15분 동안 voltexing하고 솜을 제거하였다. 이후 0.2 µm Nylon syringe filter로 필터링하고 Dichloromethane(DCM) 5 ml 첨가 후 90초간 voltexing 하고 실온에 30분간 방치하였다. 0.3% HCl 용액이 포함된 메탄올 50 µl가 들어있는 15 ml conical tube 에 DCM 층을 4 ml씩 옮겨 넣고 30초간 voltexing 한 후, 50°C에서 20분 동안 증발 건조하였다. 이를 10% 메탄올 용액이 포함된 10 mM AA 135 µl에 용리하여 작은 유리병에 옮겨 담고 LC-MS/MS로 분석하였다.

LC-MS/MS(Agilent 1200 series) 분석 조건은 Mass Spectrometry (Triple Quadrupole 5500, AB Sciex)

와 양이온 모드의 electrospray ionization(ESI)를 사용하였다. 샘플 삽입 양은 10 µl로 하며 컬럼은 Poroshell 120 EC-C18 column(4.6×50 mm, 2.7 µm, Agilent Technologies)를 사용하였다. 이동상(A : B)은 Gradient elution AA in water : 10 mM AA in methanol이며, Gradient elution (linear gradient)시 조건은 유량 0.6 ml/min, Run time 10 min, Retention Time 3.3 min으로 하였다.

### III. 결 과

#### 1. 흡연, 금연 나이트클럽의 PM<sub>2.5</sub> 농도 비교

흡연과 금연 나이트클럽에서 측정된 PM<sub>2.5</sub> 농도를 Table 1에 나타내었다. 평일의 경우 산술평균 PM<sub>2.5</sub> 농도는 흡연 나이트클럽에서 438.9 µg/m<sup>3</sup>이었고, 금연 나이트클럽에서 16.1 µg/m<sup>3</sup>로 흡연 나이트클럽이 27.3배 더 높았다. 평일 PM<sub>2.5</sub> 농도의 최고치는 흡연 나이트클럽에서 693.5 µg/m<sup>3</sup>이었고, 금연 나이트클럽에서 23 µg/m<sup>3</sup>이었다. 주말의 경우 산술평균 PM<sub>2.5</sub> 농도는 흡연 나이트클럽에서 300.7 µg/m<sup>3</sup>이었고, 금연 나이트클럽에서 94.5 µg/m<sup>3</sup>로 흡연 나이트클럽의 농도가 3.2배 더 높게 나타났다. 주말 PM<sub>2.5</sub> 농도의 최고치는 흡연 나이트클럽에서 808.9 µg/m<sup>3</sup>이었고, 금연 나이트클럽에서 360.5 µg/m<sup>3</sup>이었다. 금연 나이트클럽의 평일과 주말의 PM<sub>2.5</sub> 농도는 각각 16.7±2.3 µg/m<sup>3</sup>, 94.5±64.7 µg/m<sup>3</sup>이었고, 평일과 주말의 평균 PM<sub>2.5</sub> 농도의 비는 5.7배로 주말이 평일보다 높은 수준으로 나타났다.

#### 2. 흡연 나이트클럽 내 사람 수에 따른 실시간 PM<sub>2.5</sub> 농도의 연관성

2개의 흡연 나이트클럽 내 사람 수와 실시간 PM<sub>2.5</sub>

**Table 1.** PM<sub>2.5</sub> concentrations (unit : µg/m<sup>3</sup>) in smoking and non-smoking nightclubs during weekday and weekend

	Weekday		Weekend	
	Smoking*	Non-smoking	Smoking*	Non-smoking
AM <sup>a</sup> ±SD <sup>b</sup>	438.9±128.0	16.7±2.3	300.7±163.2	94.5±64.7
GM <sup>c</sup> (GSD) <sup>d</sup>	417.8 (1.4)	16.6 (1.1)	247.0 (2.0)	97.6 (2.5)
Min <sup>e</sup>	176.1	13.0	51.6	13.0
Max <sup>f</sup>	693.5	23.0	808.9	360.5

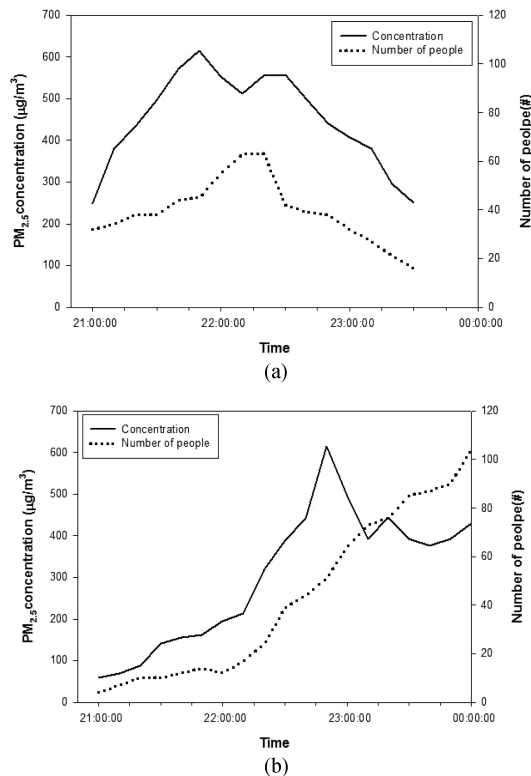
<sup>a</sup>AM: arithmetic mean; <sup>b</sup>SD: standard deviation; <sup>c</sup>GM: geometric mean; <sup>d</sup>GSD: geometric standard deviation; <sup>e</sup>Min: minimum;

<sup>f</sup>Max: maximum

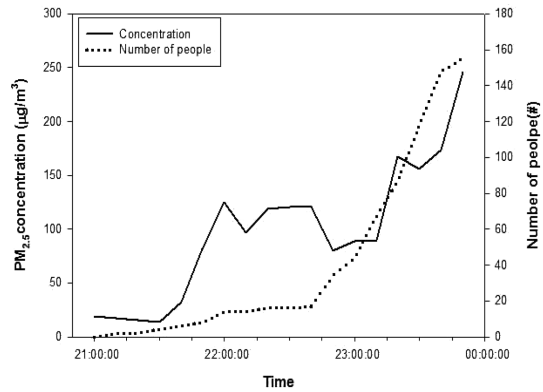
\*: Smoking nightclubs in weekday and weekend were different.

농도를 Fig. 1에 나타내었다. 평일에 측정된 흡연 나이트클럽의 경우, 22시 30분에 63명으로 나이트클럽 내 가장 많은 사람이 있었으며 이를 기점으로 급격히 사람수와 PM<sub>2.5</sub> 농도가 감소하였다. 주말에 측정된 다른 흡연 나이트클럽의 경우, 지속적인 이용자수의 증가를 보였고 최종적으로 측정이 종료되는 0시에 클럽 내 사람수는 104명 이었다. PM<sub>2.5</sub> 농도는 22시 55분에 가장 높은 수준을 보였고 그 이후 최고치보다는 낮지만 전반적으로 높은 농도로 유지되었다.

평일과 주말의 흡연나이트클럽 내 10분간 이용자수와 10분 평균 PM<sub>2.5</sub>의 농도는 연관성이 높았다. 사람 수와 PM<sub>2.5</sub> 농도의 상관성(R<sup>2</sup>)은 평일과 주말에 각각 0.61, 0.60로 서로 비슷한 상관성을 보였다. 회귀분석식은 평일의 경우  $y=6.8697x+180.77$ , 주말의 경우  $y=3.6712x+144.55$ 로 평일은 클럽 내 이용자 1명 증가 시 PM<sub>2.5</sub> 농도가 6.9 µg/m<sup>3</sup> 증가하였고 주말의 경우 3.7 µg/m<sup>3</sup> 증가하는 추세를 보였다.



**Fig. 1.** Temporal profiles of PM<sub>2.5</sub> concentration and the number of people in smoking nightclub in (a) weekday and (b) weekend.



**Fig. 2.** Temporal profiles of PM<sub>2.5</sub> concentration and the number of people in non-smoking nightclub during weekend.

### 3. 금연 나이트클럽 내 사람 수에 따른 실시간 PM<sub>2.5</sub> 농도

흡연 나이트클럽의 결과와 비교하기 위해 주말의 금연 나이트클럽 내 사람 수와 실시간 PM<sub>2.5</sub> 농도를 Fig. 2에 나타내었다. Fig. 2는 금연 나이트클럽의 주말 그래프만을 나타낸 것인데 평일의 경우 나이트클럽 내 이용자수가 매우 낮아서 클럽 내 사람수 증가에 따른 PM<sub>2.5</sub> 농도 변화가 거의 없었다. 주말에는 사람수의 증가에 따라 PM<sub>2.5</sub> 농도변화는 같은 추이를 보였고, 22시 50분을 기점으로 사람 수가 급격히 증가하여 PM<sub>2.5</sub> 농도도 함께 증가하였다. 최종적으로 측정이 종료되는 0시에 클럽 내 사람수는 155명이었다. 금연 나이트클럽이지만 흡연자를 22시, 22시 20분, 23시 40분에 관찰할 수 있었다. 특히 이 시간대에는 낮은 사람수와 상관없이 PM<sub>2.5</sub> 농도가 고농도로 측정되었다.

### 4. 흡연, 금연 나이트클럽의 NNK 농도 비교

Table 2는 흡연 나이트클럽과 금연 나이트클럽의 클럽내부와 흡연구역의 먼지 1 mg 당 NNK pg 검출치를 나타내었다. NNK 검출 수준은 클럽내부에서 흡연 나이트클럽이 높았지만, 흡연구역에서는 금연 나이트클럽이 더 높았다. 흡연, 금연 나이트클럽의 클럽 내 NNK 검출치는 각각 2019.2 pg/mg<sub>dust</sub>, 287.3 pg/mg<sub>dust</sub>로 흡연 나이트클럽이 7.1배 더 높았다. 흡연, 금연 나이트클럽 내부에 별도로 마련된 흡연구역의 NNK 검출치의 경우, 각각 4835.4 pg/mg<sub>dust</sub>,

**Table 2.** NNK concentration(unit : pg/mg<sub>dust</sub>) in smoking and non-smoking nightclubs

NNK pg/ mg settled dust	Nightclub indoor	Smoking area
Smoking*	2019.2	4835.4
Non-smoking	287.3	7422.2

\*: The smoking nightclub was measured in weekday

7422.2 pg/mg<sub>dust</sub>로 금연 나이트클럽이 1.5배 더 높았다.

#### IV. 고 찰

본 연구에서 평일과 주말에 흡연 나이트클럽에서 PM<sub>2.5</sub> 농도가 금연 나이트클럽 보다 각각 26.3배와 3.2배 더 높았다. 이는 나이트클럽에서 흡연으로 인해 미세먼지(PM<sub>2.5</sub>)의 농도수준이 상당한 영향을 받을 수 있음을 보여준다. 국내 실내 간접흡연 연구 중 흡연이 관측되는 호프집의 평균 PM<sub>2.5</sub> 농도는 103.4 µg/m<sup>3</sup>이었고, 흡연이 관측되지 않은 호프집의 평균 PM<sub>2.5</sub> 농도는 49.7 µg/m<sup>3</sup>로 흡연이 관측된 호프집의 PM<sub>2.5</sub> 농도가 약 2배 높았다.<sup>1)</sup> 오스트리아의 카페, 바, 술집, 식당에서의 간접흡연 노출 연구에서 흡연이 허용된 장소의 PM<sub>2.5</sub> 농도는 320.9 µg/m<sup>3</sup>이었고, 금연 장소의 PM<sub>2.5</sub> 농도는 10 µg/m<sup>3</sup>로 흡연 장소의 농도가 금연 장소보다 32배 높았다.<sup>11)</sup> 많은 연구에서 보면 알 수 있듯이 흡연에 의해 실내 PM<sub>2.5</sub> 농도수준이 높아짐을 알 수 있다.

본 연구 흡연 나이트클럽의 평균 PM<sub>2.5</sub> 농도는 주말에 300.7 µg/m<sup>3</sup>, 주중에 438.9 µg/m<sup>3</sup>이었다. 독일의 나이트클럽 실내 공기 중 평균 PM<sub>2.5</sub> 농도는 1210.1 µg/m<sup>3</sup>으로 본 연구에 비해 높은 수준이었다.<sup>5)</sup> 독일에서 조사된 10개 나이트클럽 내 평균 사람 수가 180-1200명인 범위로, 본 연구에서 조사된 클럽 내 평균 사람 수인 39-83명보다 4배에서 14배 가량 많다. 사람의 수가 많아질수록 흡연자의 수도 증가할 수 있으므로 독일의 클럽에서 더 높은 농도수준을 보인 것으로 생각된다. 국내 다른 나이트클럽 내 평균 PM<sub>2.5</sub> 농도는 1074.9 µg/m<sup>3</sup>였는데,<sup>12)</sup> 광산란 측정 기기의 측정오차를 보정해주지 않아 과대 농도가 보고된 것이다. 본 연구에서 적용한 보정계수 0.295를 이용하면 농도는 보정계수를 적용하면 317.7 µg/m<sup>3</sup>로 본 연구에서의 PM<sub>2.5</sub> 농도와 비슷한 수준이었다.

나이트클럽의 PM<sub>2.5</sub> 농도수준이 국내 다른 다중이용시설보다 매우 높았으며 그만큼 간접흡연의 노출에 취약함을 알 수 있다. 국내 흡연이 가능한 장소에서 평균 PM<sub>2.5</sub> 농도는 PC방에서 84.1 µg/m<sup>3</sup>,<sup>13)</sup> 백화점 내 조리구역과 비조리구역에서 각각 53.8 µg/m<sup>3</sup>, 38 µg/m<sup>3</sup>이었다.<sup>14)</sup> 국외의 경우 흡연이 허용된 식당의 평균 PM<sub>2.5</sub> 농도는 157 µg/m<sup>3</sup>, 교통수단 127 µg/m<sup>3</sup>이었다.<sup>15)</sup>

평일 흡연 나이트클럽의 경우, 사람이 더 많았던 주말 흡연 나이트클럽보다 더 높은 평균 PM<sub>2.5</sub> 농도수준을 보였다. 평일 흡연 나이트클럽 측정 당시 21시부터 22시 21분까지 공연이 있어 사람들이 앉아서 공연을 관람하는 정적인 활동을 하며 음주나 흡연을 하는 사람들이 대다수였다. 흡연 나이트클럽의 평일 PM<sub>2.5</sub> 농도의 경우 클럽 내 공연이라는 평상시와 다른 조건의 환경에서 측정이 이루어졌기 때문에 평일 흡연 나이트클럽의 PM<sub>2.5</sub> 농도는 실제 수준과 다를 수도 있다. 주말 흡연 나이트클럽의 사람은 측정이 종료되는 0시까지 지속적인 증가를 보였으며 그 이후에도 꾸준한 증가 추세를 나타내었다. 추가 연구에서 주말의 나이트클럽 측정 시간을 0시 이후로 연장한다면 더욱 정확한 간접흡연 노출의 평가가 가능할 것이다.

흡연 나이트클럽에 있는 사람이 증가할수록 실내 PM<sub>2.5</sub>의 농도는 증가하였다. 이는 사람의 수가 많아질수록 흡연자의 수도 증가하기 때문으로 생각된다. 독일의 선행연구에서 클럽 내 이용자의 50-60%를 흡연자로 간주할 수 있다고 보고된 바 있다.<sup>5)</sup> 따라서 클럽의 이용자 수가 증가할수록 클럽 내 평균 PM<sub>2.5</sub> 농도도 증가함을 알 수 있다. 사람의 증가에 따른 PM<sub>2.5</sub> 농도 증가율은 평일이 주말의 2배로, 평일의 나이트클럽 이용자들이 주말보다 담배 필 확률이 더 높다는 것을 보여준다. 이는 평일에는 나이트클럽 내 공연이 있어 공연시간 동안 사람들이 휴식을 하며 흡연을 더 많이 하였고, 주말에는 클럽 이용자들이 무대 위에서 계속적으로 춤을 추며 춤을 추는 동안은 흡연을 하지 않았기 때문일 것으로 생각된다.

금연 나이트클럽의 경우 주말의 농도가 평일보다 5.7배 높았으며 흡연 나이트클럽보다는 낮은 수준이지만 주말 평균 PM<sub>2.5</sub> 농도는 94.5 µg/m<sup>3</sup>, 최고치 360.5 µg/m<sup>3</sup>로 클럽 내 금연임에도 불구하고 미국의

National Ambient Air Quality Standards(NAAQS)의  $PM_{2.5}$  농도 기준인  $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$  보다 훨씬 높은 농도수준을 보였다. 이는 클럽내부가 금연이었지만 화장실로 통하는 복도에 흡연구역을 따로 지정하여 운영하고 있었는데 사람들의 흡연구역 입·출입 시 흡연구역의 담배연기가 나이트클럽 내로 유입되어 클럽 실내 농도에 영향을 주었을 것이다. 그리고 주말 측정 시간 동안 클럽 내 3명의 흡연자가 있어서 완전한 금연은 이루어지지 않았으며 이 또한 클럽 실내 농도에 영향을 줬을 것으로 사료된다.

NNK는 3차 간접흡연의 지표로<sup>16)</sup> 흡연 나이트클럽과 금연 나이트클럽의 흡연구역에서 매우 높은 농도를 보였다. 이는 이들 장소에서 흡연이 일어나고 있음을 입증한 것이다. NNK는 간접흡연과 연관성이 높으며 금연을 하는 19개 집 중 16곳에서 NNK가 검출되지 않은 낮은 수준으로 조사되었다.<sup>10)</sup> 그러나 본 연구의 금연 나이트클럽 내부에서 상당히 높은 수준의 NNK가 검출되었는데, 금연 클럽 내부가 금연임에도 흡연실의 완벽한 공간적 분리와 클럽 내 금연이 이루어지지 못해 나이트클럽 이용자들을 간접흡연으로부터 보호하지 못하고 있음을 보여준다.

본 연구에서 측정 당시 나이트클럽 내 사람의 평균은 157.7명으로 많은 이용자들이 이용하고 있으나 이 이용자들을 간접흡연으로부터 보호하지 못하고 있다. 서울시내에 금연 나이트클럽은 1곳만 존재하므로, 다양한 금연 나이트클럽의 농도수준을 비교할 수 없어 평일과 주말에 대한 비교를 하였다. 흡연 나이트클럽의 경우 제한적인 시간에 좀 더 다양한 흡연 나이트클럽의 농도수준을 비교하고자 평일과 주말에 다른 나이트클럽을 갔기 때문에 평일과 주말의 농도 비교는 할 수 없었다. 이 연구는 탐색 연구이므로 노출농도의 대표값을 얻기 위해 반복 측정하지 않아서 실제 나이트클럽 내  $PM_{2.5}$  농도의 정확한 수준을 평가하는 데는 한계가 있다. 그러나 다중이용시설의 간접흡연 연구에서 제외되었던 나이트클럽에서 간접흡연 노출 농도수준을 파악하여, 새로운 다중이용시설에서의 금연정책에 대한 국민들의 관심을 끌어낼 것으로 기대된다. 그리고 흡연유무와 금연 나이트클럽의 평일과 주말의 사람수에 따른  $PM_{2.5}$  농도와 NNK 검출치 비교로 나이트클럽의 간접흡연에 대한 선행연구가 될 수 있을 것이다. 추후 연구에서 측정반복횟수 증가, 측정장소의 다양성을

고려하여 측정한다면 더 정확한 간접흡연의 영향을 파악할 수 있을 것이다.

## V. 결 론

흡연과 금연 나이트클럽의 미세먼지( $PM_{2.5}$ ) 측정을 통해 흡연 나이트클럽에서 간접흡연으로 인한 미세먼지( $PM_{2.5}$ )의 노출이 매우 높음을 알 수 있었다. 금연 나이트클럽의 미세먼지 오염수준은 상대적으로 낮았지만 흡연실에서의 흡연이 클럽 내 실내공기를 오염시키고 있었다. 이번 탐색연구를 바탕으로 나이트클럽에서 미세먼지 수준을 정확히 파악하고, 실내 금연의 실시를 통한 미세먼지 농도 감소 수준에 대한 추가연구가 진행 되어야 할 것이다.

## 감사의 글

본 연구는 서울대학교 보건대학원 노출평가개론 수업의 과제로 진행된 연구이다.

## 참고문헌

1. Seoul medical center. Evaluation or effects of national smoke-free law by measuring indoor secondhand smoke. Seoul: Seoul medical center Press; 2013.
2. Ministry of Health and Welfare. Article 6 of the Enforcement Rules of the National Health Promotion Act. Sejong: Ministry of Health and Welfare Press; 2013.
3. Magari SR, Hauser R, Schwartz J, Williams PL, Smith TJ, Christiani DC. Association of heart rate variability with occupational and environmental exposure to particulate air pollution. *Circulation*. 2001; 104(9): 986-91.
4. Nebot M, López MJ, Gorini G, Neuberger M, Axelsson S, Pilali M, et al. Environmental tobacco smoke exposure in public places of European cities. *Tob Control*. 2005; 14(1): 60-63.
5. Bolte G, Heitmann D, Kiranoglu M, Schierl R, Diemer J, Koerner W, et al. Exposure to environmental tobacco smoke in German restaurants, pubs and discotheques. *J Expo Sci Environ Epidemiol*. 2008; 18(3): 262-371. 13.
6. Lazcano-Ponce E, Benowitz N, Sanchez-Zamorano LM, Barbosa-Sanchez L, Valdes-Salgado R, Jacob

- P 3rd, et al. Secondhand smoke exposure in Mexican discotheques. *Nicotine Tob Res.* 2007; 9(10): 1021-1026.
7. Klepeis, Neil E, Michael GA, Lara AG, Richard GS, William WN. Determining size-specific emission factors for environmental tobacco smoke particles. *Aerosol Science & Technology.* 2003; 37(10): 52-60.
  8. Lee K, Hahn EJ, Riker C, Head S, Seithers P. Immediate impact of smoke-free laws on indoor air quality. *South Med J.* 2007; 100(9): 885-889.
  9. Schick SF, Glantz S. Concentrations of the carcinogen 4-(methylnitrosamino)-1-(3-pyridyl)-1-butanone in sidestream cigarette smoke increase after release into indoor air: results from unpublished tobacco industry research. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev.* 2007; 16(8): 1547-1553.
  10. Thomas JL, Hecht SS, Luo X, Ming X, Ahluwalia JS, Carmella SG. Thirdhand tobacco smoke: a tobacco-specific lung carcinogen on surfaces in smokers' homes. *Nicotine Tob Res.* 2014; 16(1): 26-32.
  11. Neuberger M, Moshhammer H, Schietz A. Exposure to ultrafine particles in hospitality venues with partial smoking bans. *J Expo Sci Environ Epidemiol.* 2013; 23(5): 519-524.
  12. Lee M, Kim B, Kim K, Yoon D, Kim S. Assessment of secondhand smoke in indoor and outdoor campus. The 2nd International Symposium of Environmental Health. Seoul: Ministry of Environmental Press; 2013.
  13. Kim SR, Sohn JR, Lee KY. Exposure to particulate matters (PM<sub>2.5</sub>) and airborne nicotine in computer game rooms after implementation of smoke-free legislation in South Korea. *Nicotine Tob Res.* 2010; 12(12): 1246-1253.
  14. Cho HR, Gu SG, Kim JH, Kim SB, Lee GY. Exposures to Ultrafine Particles, PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>10</sub> in Cooking and Non-Cooking Areas of Department Stores in Seoul. *J Environ Health Sci.* 2013; 39(2): 144-150.
  15. Hyland A, Travers MJ, Dresler C, Higbee C, Cummings KM. A 21-country comparison of tobacco smoke derived particle level indoor public places. *Tobacco Control,* 2008; 17: 159-165.
  16. Sleiman M, Gundel LA, Pankow JF, Jacob P 3rd, Singer BC, Destailats H. Formation of carcinogens indoors by surface-mediated reactions of nicotine with nitrous acid, leading to potential thirdhand smoke hazards. *Proc Natl Acad Sci USA.* 2010; 107(15): 6576-6581.