

비 포괄적인 금연정책을 시행한 호프집의 면적에 따른 실내 PM_{2.5} 농도

김정훈 · 임채윤* · 이대엽* · 김혜진* ·곽수영* · 이나은** · 김상환** · 하권철** · 이기영*†

서울대학교 보건대학원 환경보건학과 및 서울의료원 의학연구소 환경건강연구실,
*서울대학교 보건대학원 환경보건학과 및 보건환경연구소, **창원대학교 보건의과학과

Indoor PM_{2.5} Concentrations in Different Sizes of Pubs with Non-comprehensive Smoke-free Regulation

Jeonghoon Kim, Chaeyun Lim*, Daeyeop Lee*, Heyjin Kim*, Sooyoung Guak*, Na Eun Lee**,
Sang Hwan Kim**, Kwon Chul Ha**, and Kiyoung Lee*†

*Department of Environmental Health, Graduate School of Public Health, Seoul National University and Department
of Environmental Health Research, Medical Research Institute, Seoul Medical Center, Seoul, Korea*

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

***Department of Health Science & Biochemistry, Changwon National University, Changwon, Korea*

ABSTRACT

Objectives: The Korean government implemented a smoke-free regulation for pubs with a net indoor area of ≥ 100 m² on January 1, 2014. The purpose of this study was to determine the indoor levels of concentrations of particulate matter smaller than 2.5 μ m (PM_{2.5}) in implemented and non-implemented pubs in Seoul and Changwon.

Methods: PM_{2.5} concentrations in fifty-two 100-150 m² (implemented) and fifty-seven <100 m² (non-implemented) pubs were measured. A real-time aerosol monitor was used to measure PM_{2.5} concentrations. Field technicians recorded characteristics of the pubs including net indoor area, indoor volume and presence of smoking rooms and counted the number of burning cigarettes, patrons and vents.

Results: Differences between indoor and outdoor PM_{2.5} concentrations in 100-150 m² and <100 m² pubs were not significantly different in each city. Smoking was observed in 33% of 100-150 m² pubs and 51% of <100 m² pubs. Average differences between indoor and outdoor PM_{2.5} concentrations in the 100-150 m² and <100 m² pubs were 79.2 μ g/m³ and 155.6 μ g/m³, respectively. When smokers were not observed, differences between indoor and outdoor PM_{2.5} concentrations were 12.4 μ g/m³ in 100-150 m² pubs and 24.5 μ g/m³ in <100 m² pubs.

Conclusion: Although the regulation was implemented only in ≥ 100 m² pubs, a higher difference between indoor and outdoor PM_{2.5} concentrations was observed in implemented and non-implemented pubs with smokers. Strict implementation of the regulation in all pubs is needed for better indoor air quality.

Keywords: Indoor air quality, PM_{2.5}, Pub, Secondhand smoke, Smoke-free regulation

†Corresponding author: Gwanak-ro Gwanak-gu, Graduate School of Public Health, Seoul National University, Seoul 151-470, Korea, Tel: 82-2-880-2735 Fax: 82-2-762-2888 E-mail: cleanair@snu.ac.kr

Received: 4 March 2015, Revised: 6 April 2015, Accepted: 21 April 2015

I. 서론

간접흡연(secondhand smoke, SHS)은 흡연자가 담배연기를 흡연하였다가 다시 내뿜을 때 나오는 주류연(main stream smoke)과 담배 끝이 연소되어 발생하는 연기인 부류연(side stream smoke)을 흡입하는 것이다.¹⁾ 간접흡연에는 7,000종 이상의 화학물질과 69종 이상의 확인된 발암성 물질이 존재한다.²⁾ 간접흡연의 노출은 심장병, 기도내부의 염증, 천식, 폐암 발생의 위험도를 증가시킬 수 있다.^{1,3-5)} 담배연기에 포함된 물질 중 공기역학적 직경이 2.5 μm 이하인 입자(PM_{2.5})는 실내에 다양한 발생원이 있으나 흡연할 때 많은 양이 발생되기 때문에 공기 중 간접흡연 지표물질로 사용하였다.^{6,7)} PM_{2.5}에 노출되면 심장질환 및 사망률 증가와 관련이 있다고 보고된 바 있었다.⁸⁾

간접흡연의 노출로 인하여 비흡연자들에게 질병을 유발한다는 과학적 증거가 보고됨에 따라 세계 각국에서는 공공장소와 근무지에서 금연정책을 시행하고 있다. 실내금연정책은 공기 중 유해물질의 농도를 감소시킬 수 있다. 아일랜드 바(bar)에서 측정된 PM_{2.5} 농도는 실내금연정책 시행 전 35.5±17.8 μg/m³ (n=42)이었지만, 정책 시행 1년 후 5.8±2.2 μg/m³로 84% 감소되었다.⁹⁾ 이탈리아의 바, 식당, 비디오 게임 방 등 40개소의 실내 PM_{2.5} 농도는 금연정책 시행 전 119.3 μg/m³이었지만, 정책시행 3개월 후 38.2 μg/m³으로 68% 감소되었다.⁹⁾

우리나라는 2011년 「국민건강증진법」 제9조의 개정으로 공공기관, 학교, 게임제공업소, 만화대여소 등 공중이 이용하는 시설 전체를 금연구역으로 지정하는 반면 일부 실내환경에서는 흡연을 허용하거나 금연을 단계적으로 실시하는 비 포괄적인 금연정책(non-comprehensive smoke-free regulation)을 시행하고 있다. 식품접객업 중 휴게음식점영업소, 일반음식점영업소, 제과점영업소는 시설면적에 따라 점진적으로 시설의 전체를 금연구역으로 지정하고 있다. 시설의 면적이 150 m² 이상 접객업소는 2012년 12월 8일부터 실내전면금연정책의 계도기간을 거쳐 2013년 7월 1일부터 규제가 시작되었다. 2014년 1월 1일부터 100 m² 이상, 2015년 1월 1일부터 모든 접객업소에서 정책이 확대 시행된다. 하지만 아직도 일부 실내환경에서는 흡연을 허용하고 있어 실내금연

에 대한 국민들의 인식이 일관적이지 못한 형편이다.

점진적인 금연정책에 의한 실내환경의 개선 정도는 포괄적인 금연정책에 비해 적은 수준이었다. 2013년 서울시내 일반음식점 중 주류를 주로 판매하는 음식점(이하 호프집)을 대상으로 ≥150 m² 호프집의 금연정책의 계도기간과 계도기간 종료 1개월 후의 실내공기질을 조사한 결과 금연정책이 시행되지 않은 <150 m² 호프집의 PM_{2.5} 농도는 차이가 없었지만, ≥150 m² 호프집(n=34)의 PM_{2.5} 기하평균(geometric mean) 농도는 정책의 계도기간 동안 93.2 μg/m³이었고 계도기간 종료 후 55.3 μg/m³로 41% 감소되었다.¹⁰⁾ 이는 포괄적인 금연정책을 실시할 경우 PM_{2.5} 농도의 감소가 70~90%를 보이는 국외에 비해,^{6,7,9,11)} 우리나라는 PM_{2.5} 농도의 감소 수준이 적음을 알 수 있다. 2014년 1월 1일부터 ≥100 m² 호프집에서 금연정책이 시행되고 있어서 점진적인 금연 정책으로 인한 효과평가가 필요하다. 본 연구의 목적은 수도권 지역인 서울과 비 수도권 지역인 창원시내의 호프집 중 실내전면금연정책이 시행된 곳과 시행되지 않은 곳을 대상으로 PM_{2.5} 농도수준을 평가하는 것이다.

II. 재료 및 방법

본 연구는 서울과 창원시내의 호프집 109개소를 대상으로 하였다. 서울은 2014년 7월 14일부터 10월 20일까지 호프집 중 실내 면적이 100-150 m² 36개소, <100 m² 40개소, 창원은 2014년 12월 22일부터 12월 31일까지 100-150 m² 16개소, <100 m² 17개소에서 PM_{2.5} 농도를 측정하였다.

PM_{2.5}의 측정은 실시간 PM 측정기인 SidePak(Model AM510, TSI Inc., MN, USA)을 이용하였다. SidePak은 670 nm 파장의 빛의 산란을 이용하여 입자의 질량농도를 결정한다. 직경이 2.5 μm보다 큰 입자를 제거하기 위하여 SidePak에 PM_{2.5} 임팩터(impactor)를 장착하고 매일 측정시작 전 SidePak에 헤파(high efficiency particulate air, HEPA) 필터를 이용하여 영점보정(zero calibration)을 실시하였다. 측정기간 동안 SidePak의 유량은 1.7 L/min을 유지하였고 PM_{2.5} 농도의 기록간격은 1분으로 설정하였다. 광산란식 방법은 질량농도 측정 시 입자의 크기와 굴절률의 함수로 결정되기 때문에 측정된 값은 간접흡연에 적합한 보정계수인 0.295를 적용하였다.⁷⁾

현장연구원은 평일 오후 7시에서 11시 사이에 호프집을 방문하여 건물 외부 실외를 대표할 수 있는 지점에서 실내 측정 시작 전과 후 각각 5분 동안 (n=10) 실외 PM_{2.5} 농도를 측정하였다. 실내 PM_{2.5} 농도는 출입문, 창문, 냉·난방장치 및 PM_{2.5} 발생원의 직접적인 영향을 받지 않는 테이블이나 의자에 SidePak을 위치시켜 30분 동안(n=30) 측정하였다. 측정된 매분 PM_{2.5} 농도 데이터를 이용하여 실내와 실외 각각 평균 PM_{2.5} 농도를 산출하였다. 현장 조사원은 측정하는 동안 실내 면적, 체적, 흡연실 여부를 기록하였고 흡연된 담배 개비 수(number of burning cigarettes, #bc), 손님 수, 환기구 수를 계수하였다. 흡연된 담배개비 수는 1분마다 흡연의 시작과 끝을 기록하여 호프집 별 총 흡연된 담배 개비 수를 산출하였고, 손님 수는 5분 단위로 계수하여 30분 평균 손님 수를 산출하였다. 환기구 수는 천정과 벽면에 설치된 환기구를 계수하였다. 흡연밀도(smoking density)는 호프집에서 실내 측정시간 동안 흡연된 담배 개비 수에 실내체적을 나누어 산출하였다.

호프집의 실내와 실외 PM_{2.5} 농도는 각각 Shapiro-Wilk test를 이용하여 정규성을 확인하였다. 실내와 실외 PM_{2.5} 농도는 대수정규분포를 하였기 때문에 로그(log)로 변환한 값을 이용하여 통계분석을 하였다. 실내와 실외 PM_{2.5} 농도를 비교하기 위하여 paired t-test를 이용하였다. 실내 PM_{2.5} 측정결과에 영향을 줄 수 있는 실외 오염원의 영향을 최소화하기 위하여 실내에서 실외 PM_{2.5} 농도를 뺀 실내·외 PM_{2.5} 농도 차를 이용하여 나머지 분석을 하였다. 실내·외 PM_{2.5} 농도 차는 정규분포를 하지 않았기 때문에 Wilcoxon's rank sums test를 이용하여 두 도시간 호프집의 실내·외 PM_{2.5} 농도 차, 각 도시 별 호프집의 면적에 따른 실내·외 PM_{2.5} 농도 차, 흡연밀도,

그리고 흡연자 관측 여부에 따른 실내·외 PM_{2.5} 농도 차를 비교하였다. 스피어만의 상관계수(Spearman's correlations coefficient)를 이용하여 실내·외 PM_{2.5} 농도 차와 흡연밀도, 손님 수, 환기구 수의 관계를 평가하였다. 흡연밀도는 0 #bc/100 m³, 0-1 #bc/100 m³, >1 #bc/100 m³의 범주로 구분하였다. 실내·외 PM_{2.5} 농도 차는 호프집의 금연정책 시행 전과 후의 PM_{2.5} 농도 차이가 정규분포를 하지 않았기 때문에 Wilcoxon's signed rank test를 이용하여 비교하였다. SAS 9.3(SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)을 이용하여 통계분석을 하였고 유의수준(p-value)은 0.05 이었다. SigmaPlot 10(Systat Software, Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 그래프를 작성하였다.

III. 결 과

서울과 창원시내 호프집 총 109개소 중 105개소 (96%)는 주방에서 조리가 완료되어 테이블에 음식물이 제공되었고 5개소(5%)에 실내 흡연실이 설치되어 있었다. 호프집의 실내 평균 체적은 254.4±164.0 m³이었고 손님 수는 14.8±9.6명 이었다. 호프집의 환기구 수는 6.9±6.6개(n=103)이었다.

총 호프집 109개소의 실내와 실외 PM_{2.5} 기하평균 농도와 기하표준편차는(geometric standard deviation, GSD) 각각 43.2 µg/m³(GSD=3.3), 20.9 µg/m³(GSD=2.2)로 통계적으로 유의한 차이가 있었다(p<0.001). 서울과 창원시내 호프집의 실내·외 PM_{2.5} 농도 차의 산술평균(arithmetic mean) 농도와 표준편차(standard deviation)는 각각 47.5±74.4 µg/m³(n=76), 101.9±246.9 µg/m³(n=33)이었고 두 도시간 통계적으로 유의한 차이가 없었다(p=0.59). 두 도시의 실내 면적에 따른 호프집의 흡연관측율, 실내·외 PM_{2.5} 농도

Table 1. Smoking observation rate, differences between indoor and outdoor PM_{2.5} concentrations, and smoking density in net indoor area of 100-150 m² and <100 m² pubs in each city

Pub	n	Pubs in Seoul			Pubs in Changwon		
		100-150 m ²	<100 m ²	p-value*	100-150 m ²	<100 m ²	p-value
Smoking observation (#venue)	# (%)	36	40		16	17	
PM _{2.5} concentration (µg/m ³)	Mean±SD	34.9±67.6	58.9±79.1	0.07	32.7±62.8	167.0±330.0	0.56
Smoking density (#bc [†] /100 m ³)	Mean±SD	0.3±0.5	1.9±3.2	<0.05	0.7±1.3	2.4±3.5	0.12

*Wilcoxon's rank sums test

[†]bc: burning cigarettes

차, 그리고 흡연밀도를 Table 1에 나타내었다. 100-150 m² 호프집 중 서울과 창원의 흡연관측율은 각각 33%, 31%이었고 <100 m² 호프집은 각각 50%, 53%이었다. 각 도시 별 100-150 m²와 <100 m² 호프집의 실내·외 PM_{2.5} 농도 차는 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 창원시내 호프집의 흡연밀도는 실내 면적에 따른 차이가 없었지만, 서울시내 호프집은 <100 m²인 곳이 100-150 m²인 곳보다 통계적으로 유의하게 높았다($p < 0.05$).

호프집의 실내·외 PM_{2.5} 농도 차는 흡연밀도, 손님 수와 통계적으로 유의한 양의 상관관계가 있었다.

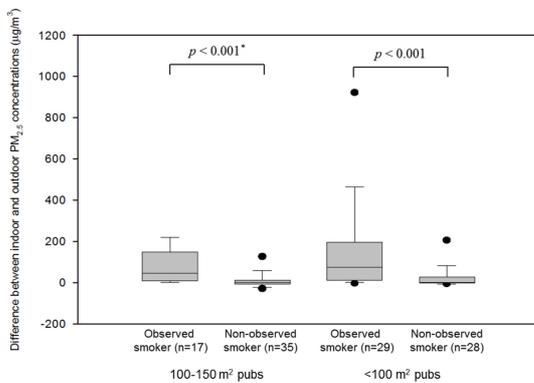


Fig. 1. Distributions of differences between indoor and outdoor PM_{2.5} concentrations in observed and non-observed smoking pubs. *Wilcoxon's rank sum test.

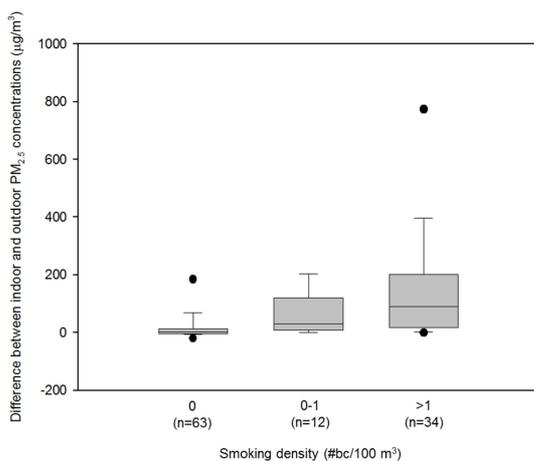


Fig. 2. Distributions of differences between indoor and outdoor PM_{2.5} concentrations in accordance with smoking density in all pubs.

호프집의 실내·외 PM_{2.5} 농도 차와 흡연밀도, 손님 수의 스피어만 상관계수는 각각 0.58, 0.20이었다. 흡연밀도가 0 #bc/100 m³, 0-1 #bc/100 m³, >1 #bc/100 m³일 때 호프집의 실내·외 PM_{2.5} 농도 차는 각각 17.7±49.1 µg/m³ (n=63), 58.8±73.9 µg/m³ (n=12), 151.5±235.3 µg/m³ (n=34)이었다(Fig. 1). 하지만 호프집의 실내·외 PM_{2.5} 농도 차는 환기구 수(n=103)와 관련이 없었다($r=0.003$; $p=0.98$).

100-150 m²와 <100 m² 호프집의 실내·외 PM_{2.5} 농도 차는 흡연이 관측된 곳이 관측되지 않은 곳보다 각각 통계적으로 유의하게 높았다($p < 0.001$; Fig 2). 흡연이 관측된 100-150 m²와 <100 m² 호프집의 실내·외 PM_{2.5} 농도 차는 각각 79.2±80.5 µg/m³, 155.6±253.4 µg/m³이었고 흡연이 관측되지 않은 호프집의 실내·외 PM_{2.5} 농도 차는 각각 12.4±43.5 µg/m³, 24.5±55.5 µg/m³이었다.

IV. 고 찰

실내·외 PM_{2.5} 농도 차는 창원의 수치가 서울시내 호프집 보다 2.1배 더 높았으나, 통계적으로 유의한 차이가 없었다($p=0.59$). 실내·외 PM_{2.5} 농도 차가 창원이 서울보다 높은 원인은 창원시내 호프집 중 1개소(1224.0 µg/m³)에서 고농도로 측정되었기 때문인 것 같다. 이 호프집의 체적은 80 m³이었고 측정시간 동안 10개비의 흡연(12.5 #bc/100 m³)이 관측되었다. 이 호프집을 제외한 창원시내 호프집의 실내·외 PM_{2.5} 농도 차의 평균은 66.8±145.0 µg/m³ (n=32)로 서울시내 호프집보다 약 1.4배 더 높았다.

서울과 창원시내 각각 100-150 m²와 <100 m² 호프집의 실내·외 PM_{2.5} 농도 차는 통계적으로 유의한 차이가 없었다. ≥100 m² 호프집에 금연정책이 시행되었음에도 불구하고 호프집의 실내·외 PM_{2.5} 농도 차가 면적에 따라 차이가 나지 않은 원인은 일부 100-150 m² 호프집에 흡연자가 있었기 때문인 것 같다. 100-150 m² 호프집 52개소 중 17개소(33%), <100 m² 호프집은 57개소 중 29개소(51%)에서 흡연이 관측되었다. 실내·외 PM_{2.5} 농도 차는 흡연이 관측된 100-150 m²와 <100 m² 호프집이 흡연이 관측되지 않은 곳 보다 두 장소 동일하게 6.4배 더 높았다. 이러한 결과는 호프집에 흡연자가 없으면 실내공기질은 상당히 개선될 수 있음을 보여준다. 기

Table 2. Spearman correlation coefficients among differences between indoor and outdoor PM_{2.5} concentrations, smoking density, and the number of patrons and vents in all pubs

	PM _{2.5} concentrations	Smoking density	Number of patrons	Number of vents
PM _{2.5} concentrations	1.000			
Smoking density	0.576(109) [*]	1.000		
Number of patrons	0.197(109) [†]	0.057(109)	1.000	
Number of vents	0.003(103)	-0.153(103)	0.130(103)	1.000

**p*<0.001, [†]*p*<0.05; the numbers in the parentheses are the number of pubs.

존연구에서도 접객업소에서 흡연을 허용하는 경우 고농도의 PM_{2.5}가 보고된 바 있었다. 미국 켄터키 주에서 실내금연정책이 시행되지 않은 식당과 호프집의 PM_{2.5} 농도(n=62)는 161 µg/m³이었고 미국의 대기환경기준보다 4.6배 더 높았다.¹²⁾

호프집의 실내·외 PM_{2.5} 농도 차는 흡연밀도, 손님 수와 양의 상관관계가 있었다. 실내 PM_{2.5} 농도는 조리활동, 사람의 활동(예, 청소), 실외 오염물질 유입 등으로 증가될 수 있다. 조리활동과 사람의 활동은 호프집의 재실자 밀도와 관련이 있으며 실내에 사람이 많을수록 이러한 활동은 더 많아질 수 있기 때문에 호프집의 실내·외 PM_{2.5} 농도 차는 손님 수와 관련이 있었던 것 같다. 호프집의 실내·외 PM_{2.5} 농도 차는 손님 수보다 흡연밀도와의 상관관계가 더 높은 원인은 흡연이 호프집의 실내 PM_{2.5} 농도에 가장 큰 기여를 했기 때문인 것으로 생각된다. 기존 연구에서도 실내 흡연을 허용하는 접객업(카지노, 바, 당구장)의 실내 호흡성 분진(respirable suspended particles)은 간접흡연이 약 90%에서 96%까지 기여한다고 보고된 바 있었다.¹³⁾ 접객업소의 실내 PM_{2.5} 농도와 흡연밀도의 관련성은 기존 연구에서 보고되었다. 미국의 식당, 호프집 등 10곳의 실내 PM_{2.5} 농도는 흡연밀도와 양의 상관관계가 있는 경향이 있었다(*r*=0.28; *p*=0.091).⁷⁾ 아시아 7개국을 대상으로 식당, 카페, 바 등 총 139개 장소에서의 실내 PM_{2.5} 농도는 흡연밀도와 통계적으로 유의한 양의 상관관계가 있었다(*r*=0.63; *p*<0.01).¹⁴⁾

본 연구에서 조사된 서울시내 호프집 76개소 중 36개소는 ≥150 m² 호프집의 금연정책 제도기간 종료(2013년 7월 1일) 전후로 실내 PM_{2.5} 농도수준이 평가된 바 있었기 때문에,¹⁵⁾ 이들 호프집을 대상으로 정책의 시행시점에 따른 실내·외 PM_{2.5} 농도 차 변화를 추가로 분석하였다. 이들 호프집의 실내와 실

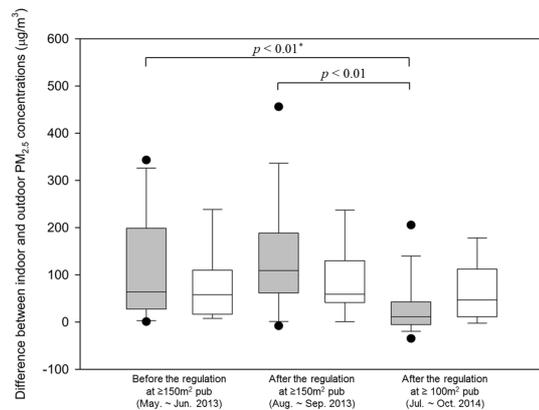


Fig. 3. Distributions of differences between indoor and outdoor PM_{2.5} concentrations in 100-150 m² (gray, n=20) and <100 m² pubs (white, n=16) in accordance with before and after a smoke-free regulation at ≥150 m² pub and after the regulation at ≥100 m² pub. *Wilcoxon's signed rank test.

외 PM_{2.5} 측정은 본 연구와 동일한 요일과 시간이었고 같은 방법으로 수행되었다. 100-150 m² 호프집의 실내·외 PM_{2.5} 농도 차(n=20)는 ≥150 m² 호프집의 금연정책 제도기간 종료 전과 후 보다 ≥100 m² 호프집 금연정책 시행 후 각각 통계적으로 유의하게 감소하였다(*p*<0.01; Fig. 3). 하지만 <100 m² 호프집(n=16)의 실내·외 PM_{2.5} 농도 차는 금연정책의 시행시점에 따른 차이가 없었다. ≥150 m² 호프집의 금연정책 제도기간 종료 전과 후, 그리고 ≥100 m² 호프집의 금연정책 시행 후 100-150 m² 호프집의 실내·외 PM_{2.5} 농도 차는 각각 115.1±109.8 µg/m³, 134.1±116.6 µg/m³, 32.4±61.4 µg/m³이었고, <100 m² 호프집의 실내·외 PM_{2.5} 농도 차는 각각 81.0±87.9 µg/m³, 84.7±80.0 µg/m³, 68.0±65.1 µg/m³이었다. 비록 100-150 m² 호프집의 실내·외 PM_{2.5} 농도 차는 금연정책 시행 후 감소하였지만, 호프집 20개소 중

4개소에서 흡연이 관측되었기 때문에 실내공기질 개선을 위하여 실내 흡연에 대한 엄격한 법의 집행이 필요할 것이다.

실내금연정책이 잘 지켜질 때 실내 PM_{2.5} 농도가 급격하게 감소한다는 연구가 보고된 바 있었다. 스코틀랜드의 41개 바에서 실내금연정책 시행 전 PM_{2.5} 농도는 246 µg/m³ 이었지만, 시행 후 20 µg/m³으로 PM_{2.5}의 농도가 86% 감소되었다.¹¹⁾ 미국 텍사스에 위치한 음식점과 바 등의 실내 PM_{2.5} 농도(n=9)는 실내금연정책 시행 전 199 µg/m³ 이었지만, 시행 후 18 µg/m³으로 91% 감소되었다.⁷⁾

≥100 m² 호프집의 금연정책 시행과 관계없이 <100 m² 호프집은 고농도의 PM_{2.5}가 관측되었다. 접객업소 중 면적에 따라 정책의 규제를 다르게 적용하였던 스페인도 비슷한 결과가 보고되었다.¹⁶⁾ 2006년 1월부터 실내면적이 >100 m² 접객업소는 전면적 또는 흡연구역과 금연구역으로 물리적으로 구분하는 부분적 금연정책을 시행하였다. 하지만 <100 m² 접객업소는 흡연에 대한 법적 규제를 하지 않았다. 스페인 8개 지역의 접객업소를 대상으로 공기 중 니코틴 농도를 측정된 결과 >100 m² 접객업소 중 실내전면금연을 한 곳은 정책시행 전 2.71 µg/m³이었고 정책시행 1년 후 0.09 µg/m³로 97% 감소되었고, 부분적 금연을 시행한 곳 중 흡연구역은 정책시행 전 5.58 µg/m³에서 정책시행 1년 후 0.62 µg/m³로 89% 감소되었다. 하지만 실내흡연에 대한 법적 규제를 받지 않은 <100 m² 접객업소는 정책시행 전과 1년 후 각각 7.07 µg/m³, 5.70 µg/m³로 비슷한 수준이었다. 본 연구에서 <100 m²의 호프집은 ≥100 m² 호프집의 정책시행에 관계없이 고농도의 PM_{2.5}가 관측되었으므로 실내공기질 개선을 위하여 <100 m² 호프집을 대상으로 금연정책의 확대 시행이 필요하다.

본 연구는 몇 가지 제한점이 있다. 서울과 창원 시내 일부 호프집을 선정하였기 때문에 각 도시의 호프집을 대표하는데 제한적이다. 하지만 호프집 선정시 흡연자 유무 및 기타 실내환경에 대한 사전 정보 없이 임의로 선정하였다. 또 다른 제한점은 호프집의 환기시설의 작동여부와 환기율을 고려하지 못하였다는 것이다. 환기율은 실내공기질의 주요 결정요인이기 때문에 추후 연구에는 환기시설 작동 여부, 자연환기 등에 의한 환기율을 고려할 필요가 있다.

V. 결 론

본 연구는 서울과 창원시내의 호프집 중 금연정책이 시행된 100-150 m² 52개소와 시행되지 않은 <100 m² 57개소를 대상으로 PM_{2.5} 수준을 평가하였다. ≥100 m² 호프집에서 금연정책이 시행되고 있지만 두 도시의 100-150 m² 호프집 중 33%에서 흡연이 관측되었고 2015년부터 금연정책이 확대 시행될 예정인 <100 m² 호프집에서는 51%의 흡연이 관측되었다. 흡연이 관측된 호프집은 흡연이 관측되지 않은 곳보다 실내·외 PM_{2.5} 농도 차가 6.4배 더 높았다. 실내공기질 개선을 위하여 실내면적에 관계없이 모든 호프집에서 엄격한 정책시행이 필요하다.

References

1. U.S. Department of Health Human Services. The health consequences of involuntary exposure to tobacco smoke: a report of the Surgeon General. In Atlanta, GA: US Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, Coordinating Center for Health Promotion, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion, Office on Smoking and Health; 2006.
2. U.S. Department of Health Human Services. How tobacco smoke causes disease: the biology and behavioral basis for smoking-attributable disease: a report of the Surgeon General. Atlanta, GA: US Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion, Office on Smoking and Health. 2010.
3. Brennan P, Buffler PA, Reynolds P, Wu AH, Wichmann HE, Agudo A, et al. Secondhand smoke exposure in adulthood and risk of lung cancer among never smokers: a pooled analysis of two large studies. *Int J Cancer*. 2004; 109(1): 125-131.
4. He J, Vupputuri S, Allen K, Prerost MR, Hughes J, Whelton PK. Passive smoking and the risk of coronary heart disease-a meta-analysis of epidemiologic studies. *N Engl J Med*. 1999; 340(12): 920-6.
5. Sturm JJ, Yeatts K, Loomis D. Effects of tobacco smoke exposure on asthma prevalence and medical care use in North Carolina middle school children. *Am J Public Health*. 2004; 94(2): 308-313.
6. Goodman P, Agnew M, McCaffrey M, Paul G,

- Clancy L. Effects of the Irish smoking ban on respiratory health of bar workers and air quality in Dublin pubs. *Am J Respir Crit Care Med.* 2007; 175(8): 840-5.
7. Lee K, Hahn EJ, Pieper N, Okoli CT, Repace J, Troutman A. Differential impacts of smoke-free laws on indoor air quality. *J Environ Health.* 2008; 70(8): 24-30.
 8. Puett RC, Hart JE, Yanosky JD, Paciorek C, Schwartz J, Suh H, et al. Chronic fine and coarse particulate exposure, mortality, and coronary heart disease in the Nurses' Health Study. *Environ Health Perspect.* 2009; 117(11): 1697-1701.
 9. Valente P, Forastiere F, Bacosì A, Cattani G, Di Carlo S, Ferri M, et al. Exposure to fine and ultrafine particles from secondhand smoke in public places before and after the smoking ban, Italy 2005. *Tob Control.* 2007; 16(5): 312-7.
 10. Kim J, Kwon HJ, Lee K, Lee DH, Paek Y, Kim SS, et al. Air quality, biomarker levels and health effects on staff in Korean restaurants and pubs before and after a smoking ban. *Nicotine Tob Res.* 2015: ntv012.
 11. Semple S, Creely KS, Naji A, Miller BG, Ayres JG. Secondhand smoke levels in Scottish pubs: the effect of smoke-free legislation. *Tob Control.* 2007; 16(2): 127-132.
 12. Lee K, Hahn EJ, Robertson HE, Lee S, Vogel SL, Travers MJ. Strength of smoke-free air laws and indoor air quality. *Nicotine Tob Res.* 2009; 11(4): 381-6.
 13. Repace J. Respirable particles and carcinogens in the air of delaware hospitality venues before and after a smoking ban. *ACOEM.* 2004; 46(9): 887-905.
 14. Lee J, Lim S, Lee K, Guo X, Kamath R, Yamato H, et al. Secondhand smoke exposures in indoor public places in seven Asian countries. *Int J Hyg Environ Health.* 2010; 213(5): 348-351.
 15. KHPF. Evaluation of effects of National smoke-free law by measuring indoor secondhand smoke. The Korea Health Promotion Fund, Ministry of Health & Welfare; 2013.
 16. Nebot M, Lopez MJ, Ariza C, Perez-Rios M, Fu M, Schiaffino A, et al. Impact of the Spanish smoking law on exposure to secondhand smoke in offices and hospitality venues: before-and-after study. *Environ Health Perspect.* 2009; 117(3): 344-7.