

금연정책 시행이 전국 PC방의 간접흡연에 미치는 영향

곽수영 · 이기영[†] · 김성렬* · 김성천** · 양원호*** · 하권철****

서울대학교 보건대학원 환경보건학과 및 보건환경연구소,

*순천향대학교 환경보건학과, **군산대학교 환경공학과,

대구가톨릭대학교 산업보건학과, *창원대학교 보건 의과학과

Impact of the Smoke-free Law on Secondhand Smoke in Computer Game Rooms

Sooyoung Guak, Kiyoung Lee[†], Sungreol Kim*, Sungcheon Kim**,
Wonho Yang***, and Kwonchul Ha****

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

**Department of Environmental Health, Soonchunhyang University, Asan, Korea*

***Department of Environmental Engineering, Kunsan National University, Kunsan, Korea*

****Department of Occupational Health, Catholic University of Daegu, Daegu, Korea*

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

ABSTRACT

Objectives: This study assessed the impact of the smoke-free law on secondhand smoke exposure in computer game rooms by measuring concentrations of particulate matter smaller than 2.5 μm (PM_{2.5}).

Methods: Indoor PM_{2.5} concentrations were measured in 56 (during the smoke-free guidance period) and 118 computer game rooms (after the law went into effect) in four cities (Seoul, Cheonan, Daegu and Kunsan) in Korea. The number of smokers in the computer game rooms was also counted every five minutes.

Results: Although a smoking ban had been implemented nationally, smoking was observed in 47% of the computer game rooms. Smoking density decreased from 1.62 persons per 100 m³ during the guidance period to 0.32 persons per 100 m³ after the smoke-free law. There is no statistically significant difference of PM_{2.5} concentrations before and after the smoking ban. The PM_{2.5} concentration was two times higher than the US NAAQS of 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. The PM_{2.5} concentration in computer game rooms without smokers was two times higher than the outdoor concentration.

Conclusion: The smoke-free law in computer game rooms was complied with, even after the guidance period, in Korea. Indoor PM_{2.5} concentration after smoke-free law implementation was high due to this non-compliance. High PM_{2.5} concentration in computer game rooms without smokers might be due to smoking booths. The complete prohibition of smoking in computer game rooms should be implemented to protect patrons from secondhand smoke exposure.

Keywords: Computer game room, Indoor air quality, PM_{2.5}, Secondhand smoke, Smoke-free law

[†]Corresponding author: Department of Environmental Health, Graduate School of Public Health, Seoul National University, Seoul, 151-742, Korea, Tel: +82-2-880-2735, Fax: +82-2-762-2888, E-mail: cleanair@snu.ac.kr

Received: 11 November 2014, Revised: 12 February 2015, Accepted: 14 February 2015

I. 서 론

간접흡연은 실내 공기오염의 가장 큰 원인으로 여러 유해 화학물질과 발암물질을 포함하고 있다. 비흡연자가 담배연기에 노출되었을 때 호흡계질환, 심혈관질환, 폐암 등 건강영향을 나타낼 수 있다.¹⁾ 특히 어린이와 청소년은 일반 성인보다 훨씬 간접흡연에 취약하다.²⁾ 세계 많은 국가들이 간접흡연의 위험성을 인지하여 공공 실내장소에서의 흡연을 제한하고 있지만 우리나라는 아직 모든 공공장소에서의 전면금연 정책이 실시되지 않고 일부 실내환경에서만 실시되고 있는 실정이다.

실내 전면금연 정책을 실시 후 실내 $PM_{2.5}$ 농도가 크게 감소했다는 국외 연구결과가 많이 보고되어 왔다. 이탈리아의 술집과 식당에서의 실내금연법 시행 전후의 $PM_{2.5}$ 농도 수준은 정책시행 전 $84 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 이었고 정책 시행 후 $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 약 5배 감소하였다.³⁾ 미국 보스턴주의 술집에서 금연정책 시행 전후의 $PM_{2.5}$ 농도는 정책 시행 후의 농도가 전보다 96% 감소하였고⁴⁾ 캔터키주의 식당과 술집에서 금연정책 시행 후의 농도가 전보다 88% 감소하는 것으로 조사되었다.⁵⁾ 미네소타주의 술집과 식당, 카페에서 $PM_{2.5}$ 농도는 금연정책 시행 후가 시행 전보다 87.4%가 감소하였고⁶⁾ 텍사스주에서는 71-99% 감소하였다.⁷⁾ 스코틀랜드에서 금연정책 시행 전 후 연구에서도 $PM_{2.5}$ 농도가 92% 감소하였다고 조사되었다.⁸⁾

실내 금연 영업소 대상 중 PC방은 빠른 인터넷 속도와 성능으로 컴퓨터 게임 등을 하기 유용한 장소로 많은 청소년들 사이에서 인기 있으며 현재 국내에 약 15,000개소(2012년)가 운영되고 있다. PC방의 최소 이용시간은 1시간 이상이며 많은 흡연자로 인해 간접흡연에 쉽게 노출되어 있다. 국내에서 연구된 PC방의 $PM_{2.5}$ 농도수준은 PC방 실내 금연구역에서 $75 \pm 16 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 흡연구역에서 $136 \pm 22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 흡연구역이 금연구역의 농도보다 2배 더 높았다.⁹⁾ 또 다른 연구에서 28개 PC방의 $PM_{2.5}$ 의 중간값 농도는 금연구역에서 $34 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 흡연구역에서 $69.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 이었다.¹⁰⁾ 두 연구는 모두 미국의 National Ambient Air Quality Standard(NAAQS)의 24시간 $PM_{2.5}$ 농도 기준인 $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 보다 더 높은 수준을 보였다.

현재 국민건강증진법의 시행규칙에 따라 시설 전

체가 금연구역으로 지정된 곳은 PC방, 오락실, 만화방, 대중 목욕탕, 각종 청사, 100 m^2 인 영업소 등이며 휴게음식점영업소, 일반음식점영업소 및 제과점영업소에서는 2015년 1월 1일부터 모든 영업소 실내에서 전면 금연이 될 예정이다. 우리나라 PC방의 경우 2013년 6월 8일부터 12월 31일까지 계도기간을 거쳐 2014년 PC방 내 전면 금연화가 시행되고 있다. 여기서 금연계도기간이란 법은 시행되었지만 새로운 제도 이행 준비 및 적용을 위해 처벌을 위한 단속보다는 금연구역표지 부착, 흡연실 설치기준 준수, 금연구역 흡연자 계도 등 바뀐 제도를 지도 안내하는 기간으로 계도기간 중이라도 금연구역에서 흡연을 하거나 고의로 법령을 지키지 않는 등 정부 금연정책에 불응할 경우 과태료 부과 대상이 될 수도 있다. 우리나라의 경우 전면금연화이기는 하지만 PC방 내부에 흡연실 설치를 허용하여 완전한 실내 금연은 이루어지지 않고 있다.

본 연구의 목적은 금연정책의 실시 전후로 PC방에서 간접흡연으로 인한 초미세먼지의 노출평가를 실시하여 우리나라의 현행 금연정책의 효과에 대해 평가하고자 한다.

II. 재료 및 방법

본 연구는 서울시, 천안시, 군산시, 대구시에서 금연계도기간(2013년 10월 29일 - 2013년 12월 31일)에 56개소, 금연정책 시행 후(2014년 1월 1일 - 2014년 3월 11일) 118개소의 PC방을 대상으로 하여, PC방의 금연석에서 실내 $PM_{2.5}$ 농도를 측정하였다. 지역별로 측정된 PC방의 수는 금연계도기간 중 서울, 천안, 군산, 대구에서 각각 30개, 7개, 14개, 5개소이었고, 금연정책 시행 후에는 서울, 천안, 군산, 대구에서 각각 30개, 28개, 30개, 30개소를 측정하였다.

PC방 내 금연석에서 오후 5시부터 11시 사이에 $PM_{2.5}$ 의 농도를 25분동안 측정하였으며 매 5분마다 PC방 내의 흡연자수와 면적과 부피, 환기장치 개수를 조사하였다. 이를 이용하여 PC방의 단위부피(100 m^3)당 흡연자수를 이용하여 흡연밀도를 구하였다. 측정 기기 상태의 확인과 실외의 $PM_{2.5}$ 농도수준을 파악하기 위해 PC방 건물 앞에서 측정 전 후 5분 동안 외기를 측정하였다. 측정에 사용한 기기는

광산란 직독식 기기인 Sidepak(Model AM510, TSI Inc., MN, USA)으로 측정 간격은 1초, 기기의 유량은 1.7 L/min으로 유지하였으며, 측정 전 기기의 영점 보정을 실시하였다. 바닥에서 1 m 이상의 위치에서 측정자가 Tigon tube를 연결한 Sidepak을 측정용 가방에 넣어 샘플링 하였다. Sidepak으로 수집한 PM_{2.5}의 농도는 TRAKPRO™(Version 3.41, TSI, USA) 프로그램을 사용하여 다운로드 받았다. 수집한 PM_{2.5} 농도는 2차 중량 농도이므로 Conversion factor 0.295¹¹⁾를 사용하여 1차 중량 농도로 변환하였으며 그 단위는 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 나타내었다. SigmaPlot 10.0(Systat Software, Inc., Chicago, IL, USA)을 사용하여 PC방 내의 PM_{2.5} 농도 분포를 Box plot으로 비교분석 하였고, 금연 계도기간과 전면금연기간의 PM_{2.5} 농도를 SAS 9.4(SAS Institute Inc., Cary, NC, USA), Microsoft Office Excel 2010(Microsoft Corp, Redmond, WA, USA)로 쌍체 t-test를 시행하였다.

III. 결 과

전국 PC방의 PM_{2.5} 실내 농도를 알아보기 위해 금연계도기간에 56개소, 금연정책시행 후 118개소를 측정하였다. 측정된 PC방 면적의 범위는 금연 계도기간에 42~1058 m², 평균면적은 291±278 m² 이었고, 금연정책 시행 후 66~1036 m², 평균 278±197 m² 이었다. 환기장치의 평균 개수는 계도기간 17±12개 이었고, 금연정책 시행 후 20±12개 이었다. 흡연이 관찰된 PC방은 금연계도기간에 측정된 56개소 중 43개소(77%)이었고, 금연정책 시행 후 118개소 중 55개소(47%)로 감소하였다. 매 5분마다 계수한 흡연자수 평균은 금연계도기간 중 7.8명 이었고 금연정책 시행 후 2.3명으로 약 3배 감소하였다. 흡연밀도

는 금연계도기간 중 100 m³ 당 1.62명 이었고, 금연정책 시행 후 0.32명으로 금연정책 시행 후의 흡연 밀도가 5배 더 유의하게 감소하였다(p<.01).

전국의 PC방에서 측정된 PM_{2.5} 농도를 Table 1에 나타내었다. 금연계도기간 중 전국 PC방의 PM_{2.5} 기하평균농도(기하표준편차)는 64.7(2.6) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이었고, 금연정책 시행 후 64.3(2.0) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았으며 Fig. 1에 나타내었다. 도시별의 경우 금연계도기간 중 PM_{2.5} 기하평균농도는 서울 53.0(2.7) $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 천안 169.9(2.1) $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 대구 61.6(2.4) $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 군산 63.3(2.0) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이었고, 금연정책 시행 후 서울 54.0(1.6) $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 천안 78.8(2.6) $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 대구 61.8(2.4) $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 군산 67.5(1.5) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이었다. 4개의 도시 중 천안시의 PC방에서만 금연정책 시행 후의 PM_{2.5} 농도가 통계적으로 유의하게 감소하였다(p<.05). 그러나 시행 이후에도 전국 PC방의 PM_{2.5} 실내 농도는 미국 NAAQS인 24시간 평균 기준인 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 보다 높은 수준이었다.

금연계도기간과 금연정책 시행 후 반복 측정된 서

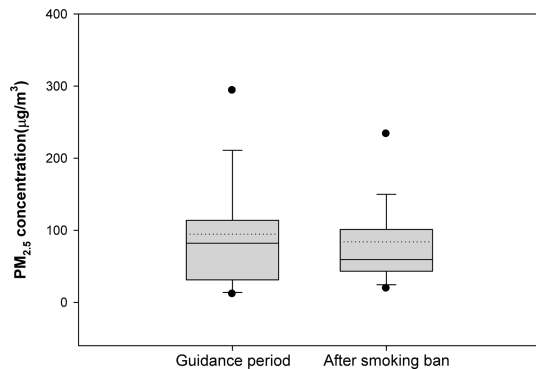


Fig. 1. PM_{2.5} concentration in computer game room between guidance period and after the smoking ban.

Table 1. PM_{2.5} concentrations (unit : $\mu\text{g}/\text{m}^3$) in computer game rooms between guidance period and after smoking ban

	Guidance period				After smoking ban			
	Seoul	Cheonan	Daegu	Kunsan	Seoul	Cheonan	Daegu	Kunsan
AM ^a ± SD ^b	77.6±61.5	204.0±105.6	84.1±62.6	73.6±36.1	60.2±28.5	118.1±116.1	88.5±84.8	73.1±29.2
GM ^c (GSD) ^d	53.0(2.7)	169.9(2.1)	61.6(2.4)	63.3(2.0)	54.0(1.6)	78.8(2.6)	61.8(2.4)	67.5(1.5)
Max ^e	263.9	305.7	210.8	107.1	131.1	532.2	409.2	136.6
Min ^e	5.7	46.3	13.6	9.4	18.4	12.9	9.4	31.9

Note. ^aAM: arithmetic mean; ^bSD: standard deviation; ^cGM: geometric mean; ^dGSD: geometric standard deviation; ^eMin: minimum; ^fMax: maximum

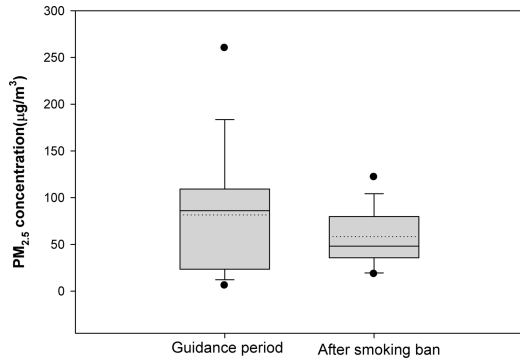


Fig. 2. PM_{2.5} concentration at computer game room in Seoul between guidance period and after the smoking ban.

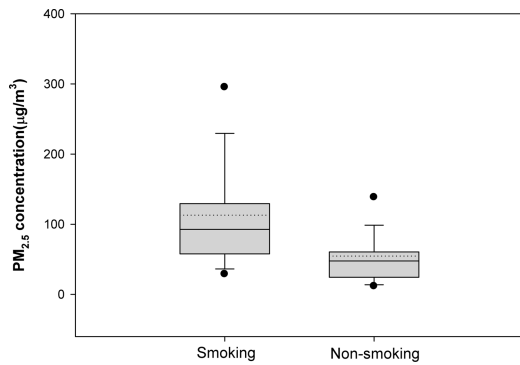


Fig. 3. PM_{2.5} concentration by smoking observed and non-observed computer game rooms.

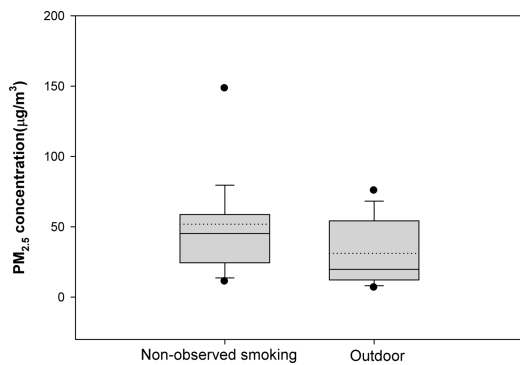


Fig. 4. Comparison of the PM_{2.5} concentration between computer game rooms without smoking booth and outdoor.

을의 PC방 19개소의 PM_{2.5} 농도를 Fig. 2에 나타내었다. 금연계도기간에 19개소의 PM_{2.5} 기하평균농도

는 53.5(2.8) µg/m³이었고, 금연정책 시행 후의 농도는 50.7(1.7) µg/m³으로 통계적으로 유의한 농도 차이는 보이지 않았다. 흡연자의 수는 금연계도기간에 평균9.1명에서 금연정책 시행 후 1.1명으로 감소하였다. 금연계도기간에 19개소 중 흡연이 관찰된 PC방은 16개소였으나 금연정책 시행 후 흡연이 관찰되는 PC방이 2개소로 급격히 감소하였다. 이 중 계도기간에는 흡연이 관찰되었지만 정책 시행 후 흡연이 관찰되지 않으며 정책을 준수하고 있는 PC방은 14개소(74%)로 관찰되었다.

전국 PC방의 금연계도기간과 금연정책 시행 후 흡연관찰 유무에 따른 PM_{2.5} 농도를 Fig. 3에 나타냈다. 금연계도기간에 흡연이 관찰된 PC방의 PM_{2.5} 기하평균 농도는 87.0(2.2) µg/m³이었고, 흡연이 관찰되지 않은 PC방의 경우 24.3(2.5) µg/m³ 이었다. 금연정책 시행 후 흡연이 관찰된 PC방의 PM_{2.5} 기하평균 농도는 92.2(1.9) µg/m³이었고, 흡연이 관찰되지 않은 PC방은 47.3(1.9) µg/m³이었다. 금연계도기간과 금연정책 시행 후 모두 흡연이 관찰되는 PC방의 PM_{2.5} 농도가 통계적으로 유의하게 높았다(p<.001). PC방 내 흡연 관찰 유무에 따른 PM_{2.5}의 농도는 금연정책 시행 후가 더 높은 PM_{2.5} 농도 수준을 나타냄을 알 수 있었다.

흡연밀도와 PM_{2.5} 농도의 상관성을 알아보면 금연계도기간에 흡연밀도 100m³당 흡연자가 관찰되지 않은 PC방의 평균농도는 37.8 µg/m³, 0명 초과 1명 미만은 109.7 µg/m³, 1명 이상에서 113.8 µg/m³이었다. 금연정책 시행 후 100 m³당 흡연자가 관찰되지 않은 PC방의 평균농도는 58.4 µg/m³, 0명 초과 1명 미만은 96.5 µg/m³이었고, 1명 이상에서 197.9 µg/m³이었다. 흡연이 관찰되지 않은 PC방이지만 흡연실이 내부에 있는 경우 같은 날 측정된 외기의 PM_{2.5} 농도와 비교하여 나타내었다.(Fig. 4) 총 174개소 중 흡연이 관찰되지 않은 PC방은 76개소이었으나 미세먼지 예보등급이 약간 나쁨 수준(81~120 µg/m³)의 농도 이상이었다는 날에 측정된 PC방 4군데를 제외하고 72개소에 대해 분석하였다. 흡연이 관찰되지 않으면서 실내에 흡연실이 있는 PC방의 실내 PM_{2.5} 기하평균 농도는 40.2(2.1) µg/m³ 이었고, 같은 날 측정된 외기는 22.9(2.2) µg/m³로 흡연이 관찰되지 않으면서 실내에 흡연실이 있는 PC방의 농도가 통계적으로 유의하게 더 높았다(p<.001).

IV. 고 찰

우리나라 PC방은 2013년 6월 8일부터 12월 31일 까지 계도기간을 거쳐 2014년 1월 1일부터 전면 금연정책을 시행하기로 하였으나 금연 정책이 실시된 이후에도 전국 156개 PC방 중 47%에서 흡연자가 관찰되었고, 이렇게 금연정책이 제대로 지켜지지 않고 있는 현상은 전국적으로 비슷한 경향을 보였다. 흡연밀도는 금연계도기간에 100 m³ 당 1.62명에서 정책 시행 후 0.32명으로 유의하게 감소하였으나, 모든 PC방에서 흡연자가 관찰되지 않은 도시는 없었다.

금연계도기간 전국 PC방의 PM_{2.5} 기하평균농도는 미국 National Ambient Air Quality Standards (NAAQS)인 35 µg/m³보다 약 2배 높았고 금연정책 이후에도 농도는 거의 비슷하였다. 네 도시의 평균 농도도 35 µg/m³ 보다 모두 높았다. 네 도시 중 PM_{2.5}의 농도가 유의하게 감소한 곳은 천안뿐이었으나 천안의 PC방은 금연계도기간 중 가장 높은 169.9(2.1) µg/m³에서 금연정책이 실시된 후에도 78.8(2.6) µg/m³으로 4개 도시 중 가장 높은 수준을 보이고 있었다. 전국적인 PC방 실내 농도변화를 보았을 때는 실내 금연이 법적으로 시행되고 있음에도 불구하고 금연정책의 효과가 거의 없었음을 알 수 있었다.

서울의 PC방에서 계도기간과 금연정책 시행 후 동일한 PC방을 반복 측정된 경우에도, 정책 시행 전후 흡연이 관찰되지 않는 비율이 73%의 증가를 보인 반면 PM_{2.5} 농도변화는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 금연정책의 시행으로 실내 흡연 관찰률은 낮아졌으나 실내공기질의 개선에는 영향을 미치지 못했다고 할 수 있다. 즉, 실내 전면 금연이 법적으로 시행되고 있음에도 불구하고 금연정책의 효과가 크지 않음을 알 수 있다.

흡연밀도와 PM_{2.5}의 외국 여러 연구에서도 이미 알려진 바 있다. 미국 렉싱턴과 루이빌의 10곳 다중이용시설에서 100 m³ 당 매 10분간 관찰된 평균담배수를 1개피 이상, 0-1개피, 0개피로 나누었을 때 평균 PM_{2.5} 농도는 각각 300 µg/m³, 194.3 µg/m³, 19.3 µg/m³ 이었다.¹²⁾ 미국 캔터키주의 8곳 음식점과 1곳 불링장에서 흡연밀도에 따른 평균 PM_{2.5} 농도는 1개피 이상이 199 µg/m³ 이었고, 0개피가 25 µg/m³ 이었다.¹³⁾ 흡연밀도가 증가하면 실내 PM_{2.5}의 농도도 증가한다고 조사되었다.¹⁴⁾

본 연구에서 흡연이 관찰되지 않은 PC방이지만 흡연실이 내부에 있는 72개소 PC방의 실내농도는 40.2(2.1) µg/m³ 이었다. 반면 같은 날 측정한 외기의 농도는 22.9(2.2) µg/m³ 이었다. 실내와 실외의 농도차이가 20.7±45.7 µg/m³로 실내가 실외보다 2배 이상 더 높은 농도수준을 보였다. 72개소 중 미국 NAAQS인 24시간 평균 기준인 35 µg/m³보다 더 높은 수준인 PC방은 46개소(64%)이었고, WHO의 대기기준 25 µg/m³보다 높은 곳은 52개소(72%)로 많은 PC방에서 흡연이 관찰되지는 않았지만 실내공기질 오염 수준이 높은 것을 알 수 있었다.

흡연이 관찰되지 않은 PC방에서도 실내 PM_{2.5}의 농도가 매우 높은 것은 흡연실의 설치를 허용했기 때문으로 사료된다. 실제로 실내에서 완전한 금연이 이루어진 것이 아니라 흡연실에서의 흡연은 여전히 발생하고 있었다. 캘리포니아에서 흡연실이 있는 회사 건물에서 흡연실에서의 담배연기가 담배를 피지 않는 공간으로 세어 나오는지에 대해 니코틴과 Fluorescent particulate matter(FRM), SF₆의 농도를 측정된 결과 흡연실의 담배연기가 바깥으로 세어 나온다고 조사되었다.¹⁵⁾ 또한 미국 한 공항 실내의 4개 흡연실에서 PM_{2.5}의 측정된 결과에서도 흡연실 안에서 담배를 필 때 흡연실 밖의 PM_{2.5} 농도도 높아지며 같은 추이를 보이는 것으로 보아 흡연실에서의 담배연기가 바깥으로 세어 나와 실내공기를 오염시키고 있다고 하였다.¹⁶⁾

이번 연구의 한계점은 흡연실의 영향을 직접 확인할 수 없다는 점이다. 이는 조사된 PC방들 중에는 흡연실도 없으면서 PC방에서 흡연자가 관찰되지 않은 곳은 없었기 때문이다. 흡연실로 인한 영향은 국외 여러 연구에서 증명된 바 있다.¹⁵⁻¹⁷⁾ 그러므로 흡연실이 없으면서 흡연하지 않아야 간접흡연으로부터의 노출을 제대로 차단할 수 있으며, 추후 연구에서 PC방 실내 흡연실로 인한 미세먼지 농도의 영향에 대한 조사가 이루어져야 하겠다.

V. 결 론

금연정책의 실시에도 불구하고 흡연이 공공연하게 발생이 되고 있으며 실내 PM_{2.5}의 농도는 금연정책으로 인해 감소하지 않았다. 측정이 진행된 4개의 도시에서 모두 흡연이 관찰되었으므로 금연정책의

실시에 대한 재조명이 되어야 실질적인 효과가 발생할 수 있을 것이다. PC방에서 흡연실을 허용함에 따라 PC방에서 흡연실의 흡연으로 인한 초미세입자의 노출이 매우 높으며 완벽한 공간적 분리가 이루어지지 못해 간접흡연으로부터 PC방 이용자들을 보호하지 못하고 있음을 알았다. 금연정책의 효과를 극대화하기 위해서는 PC방 내부의 전면금연을 시행하여야 한다.

감사의 글

이 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구이며 (No. 2011-0016022), 실제 측정을 수행하는데 많은 도움을 준 (이보람, 이대엽, 윤동민, 김보경, 이병준, 김상환)에 대해 감사를 드립니다.

References

- 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.
- Matt GE, Bernert JT, Hovell MF. Measuring secondhand smoke exposure in children: an ecological measurement approach. *J pediatr psychol*. 2008; 33(2): 156-175.
- Valente P, Forastiere F, Bacosi A, Cattani G, 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. *Tobacco Control*. 2007; 16(5): 312-317.
- Repace JL, Hyde JN, Brugge D. Air pollution in Boston bars before and after a smoking ban. *BMC Public Health*. 2006; 6(1): 266.
- Lee K, Hahn EJ, Robertson HE, Lee S, Vogel SL, Traver MJ. Strength of smoke-free air laws and indoor air quality. *Nicotine & Tobacco Res*. 2009; 11(4): 381-386.
- Bohac DL, Hewett MJ, Kapphahn KI, Grimsrud DT, Apte MG, Gundel LA. Change in indoor particulate levels after a smoking ban in minnesota bars and restaurants. *Am J Prev Med*. 2010; 39(6): S3-S9.
- Waring MS, Siegel JA. An evaluation of the indoor air quality in bars before and after a smoking ban in Austin, Texas. *J Expo Sci Environ Epidemiol*. 2006; 17(3): 260-268.
- Semple S, Creely KS, Naji A, Miller BG, Ayres JG. Secondhand smoke levels in Scottish pubs: the effect of smoke-free legislation. *Tobacco Control*. 2007; 16(2): 127-132.
- Sohn HJ, Oh AR, Kim OG, Lee K. Secondhand smoke exposure in commercial. Secondhand smoke exposure in commercial personal computer rooms. *J Environ Health Sci*. 2010; 36(9): 288-293
- Kim S, Sohn HJ, Lee, K. Exposure to particulate matter and airborne nicotine in computer game rooms after implementation of smoke-free legislation in South Korea. *Nicotine & Tobacco Res*. 2010; 12(12): 1246-1253.
- 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.
- Hahn E, Lee K, Okoli C, Troutman A, Powell R. Smoke-free laws and indoor air pollution in Lexington and Louisville. *Louisville Medicine*. 2005; 52(10): 391.
- Lee K, Hahn E, Pieper N, Okoli C, Repace J. Differential impacts of smoke-free laws on indoor air quality. *Int J Environ Health*. 2008; 70(8): 24.
- Lee J, Lom 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.
- Liu KS, Alevantis LE, Offermann FJ. Survey of environmental tobacco smoke controls in california office buildings. *Indoor Air*. 2001; 11(1): 26-34.
- Lee K, Hahn EJ, Robertson HE, Whitten L, Jones LK, Zahn B. Air quality in and around airport enclosed smoking rooms. *Nicotine & Tobacco Res*. 2010; 12(6): 665-668.
- Gleich F, Mons U, Potschke-Langer M. Air contamination due to smoking in German restaurants, bars, and other venues—before and after the implementation of a partial smoking ban. *Nicotine & Tobacco Res*. 2011; 13(11): 1155-1160.