

서울시 일부 음식점 종업원의 간접흡연 노출량 측정

고영림[†] · 양원호* · 정문호*

서울보건대학 환경보건과, 서울대학교 보건대학원*

Environmental Tobacco Smoke Exposure of Workers at Restaurants in Seoul Metropolitan City

Young Lim Kho[†] · Won Ho Yang* · Moon Ho Chung*

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

ABSTRACT

Exposure to environmental tobacco smoke(ETS) increases the risk of lung cancer and other diverse health effect for nonsmokers. Health risk assessment of nonsmokers related to ETS exposure requires large and exact data of ETS exposure to nonsmokers. This study presented the data of ETS exposure to workers at three category of restaurants(Korean restaurant, coffee shop, wine shop) in Seoul. Markers of ETS exposure measured in this study were area and personal NO₂, area and urine nicotine, area respiratory suspended particulate(RSP) and urine cotinine. The mean concentration of RSP and nicotine of all restaurant indoor samples was 177.8 μ g/m³(range: 75.3~317.0 μ g/m³) and 7.8 μ g/m³(range: 0~57.3 μ g/m³). The mean concentration of urine cotinine measured for the biomarker of ETS exposure was 77.3ng/mL(range: 17.3~174.6ng/mL). In all measurements, the concentration of ETS markers at the wine shop was higher than those at other restaurants. The correlation coefficient among the ETS markers measured in the study was significant between area RSP and nicotine concentration and between area NO₂ and nicotine concentration.

Keywords: Environmental tobacco smoke, Exposure assessment, NO₂, RSP, Nicotine, Cotinine

I. 서 론

전세계 흡연자는 성인의 3분의 1인 11억명에 달하며, 매년 4백만명이 흡연관련 질병으로 사망하고 있는 것으로 추정되고, 2030년이 되면 흡연이 사망과 장애의 주요한 원인으로 되어, HIV에 의한 사망보다 많은 매년 천만명 이상이 흡연으로 인하여 사망할 것으로 예상된다.¹⁾ 98년 현재 한국은 여성 흡연율은 5.9%로 낮은 편

이지만, 남성 흡연율은 64.1%로 세계 1위를 고수하고 있다²⁾. 따라서, 상대적으로 낮은 흡연율을 가지는 여성들마저 간접흡연으로 인하여 질병발생의 위험이 높다고 할 수 있다.

흡연은 폐암을 비롯하여 호흡기계, 순환기계 등에 수많은 질병을 일으키는 원인이 되는 것으로 알려져 있으며³⁾, 비흡연자들의 간접흡연 노출도 폐암⁴⁾을 비롯하여 수많은 질병의 원인이 되는 것으로⁵⁻⁹⁾ 현재 활발한 연구가 이루어지고 있다. 기존에 건강장해가 있다고 알려진 역학적 연구나 혹은 현재 진행되고 있는 연구에서 단점으로 지적되고 있는 것은 담배연기의 인체노출에

[†] Corresponding author : Department of Environmental Health, Seoul Health College
Tel : 031-740-7142 Fax : 031-740-7269
E-mail : ylkho@ylkho@shjc.ac.kr

대한 정확한 자료가 부족하다는데 있다¹⁰⁾. 간접 흡연 노출량에 대한 자료의 체계적인 수집과 기록이 비흡연자의 담배연기 노출에 의한 질병발생의 상관성을 밝히는 역학연구에 있어서 필수적이며, 노출량에 대한 정확한 평가는 정책적인 결정을 내리는데 과학적인 근거로 제시될 수 있을 것이다.

담배연기를 구성하고 있는 4,000여 종 이상의 화합물¹¹⁾ 각각에 대하여 환경으로의 발생량, 인체 노출량 및 인체 영향을 측정하는 것은 실용적이지 못하며, 가능하지도 않다. 따라서 인체에 노출되는 담배연기의 정확한 양(dose)을 추정하기 위해서는 지표물질(marker)이 필요하다. 이러한 지표물질에는 환경중의 담배연기에 대한 추정량을 제시하는 환경지표(environmental marker)와 인간의 체내에 흡수된 양을 추정하게 하는 생체지표(biological marker)가 있다. 환경지표물질로는 호흡성분진(RSP, respiratory suspended particulate), 니코틴, 일산화탄소, 이산화질소, 방향족탄화수소, 알데히드, 벤젠 등이 주로 사용되고 있으며, 생체지표로는 혈중, 요중, 머리카락 또는 타액에 존재하는 니코틴과 니코틴의 대사산물인 코티닌을 측정하거나, 혈중에서 생성된 4-ABP(amino biphenyl) adduct of Hemoglobin을 측정하는 방법 등이 있다¹²⁻¹⁴⁾.

본 연구는 상대적으로 고농도로 간접흡연에 노출되고 있는 음식점 종업원을 대상으로 직업적 환경에서 실내공기중 노출량, 개인 노출량, 생체지표 농도를 측정하여 간접흡연 노출량을 평가함으로써, 간접흡연의 위해성 평가를 위한 기초 자료를 마련하기 위하여 수행되었다.

II. 연구방법

1. 연구대상

음식점(N=15)은 식사위주의 한식집(N=5), 커피 및 차 위주의 커피숍(N=5), 주류 위주의 주

점(N=5)으로 구분하였다. 그리고, 서울시 종로구 및 중구에 위치하며, 사전 방문에 의해 본연구를 위한 시료채취 및 설문조사를 수락한 곳을 선택하였다. 한식집의 경우 서울대학교 보건대학원의 '식품외식산업최고경영자과정' 동문수첩을 활용하였으며, 주점과 커피숍은 개인적인 접촉에 의해 결정하였다. 이산화질소(NO₂) 노출량 조사(N=20)와 뇨(urine)중 코티닌 분석을 위한 시료채취(N=18)를 위하여 각 음식점 별로 종업원을 1~2명(총 23명) 선택하였다.

2. 시료채취방법

개인시료(personal monitoring)의 측정은 이산화질소(NO₂)를 중심으로 진행되었다. 음식점 종업원의 경우 작업장의 노동자들과는 달리 가벼운 옷차림을 하고 있으며, 업무의 특성상 외관이 중요하기 때문에 호흡성분진이나 니코틴을 측정할 때 이용하는 개인용 시료채취기(personal air sampler)를 착용하지는 못하였다. NO₂의 측정은 작고 착용하기가 간편한 수동식 시료채취기(passive sampler)¹⁵⁾를 사용하였다. 사용방법은 양 등¹⁶⁾에 의해 소개되었다. 지역시료(area sampling)는 연구대상 음식점인 15개 장소에서 호흡성분진, 총분진, 니코틴을 개인시료채취기를 이용하여 측정하였다. 시료채취는 원칙적으로 종업원의 근무시간 전부에 걸쳐 진행하여야 하지만, 음식점의 경우 영업시간이 12~24시간이었기 때문에 시료포집기의 용량이 충분하지 않았다. 따라서, 지역시료 채취는 음식점에 손님들이 가장 많은 시간을 택하여(worst case sampling) 6~8시간 동안 실시하였다.

호흡성분진(respiratory suspended particulate)의 채취를 위하여 cut point가 0.4 μ m인 37mm 알루미늄(aluminium) 사이클론(cyclone, SKC)을 이용하였다. 이 측정기기는 자동유량계(autocalibrator)를 이용하여 측정 전과 후에 유량(flow rate)을 확인한 개인시료포집기(2.6LPM)에 테플론 여과지(PTFE filter, 0.45 μ m)를 부착하여 사용하였다. 총분진은 음식점 실

외의 공기질을 평가할 때, 호흡성분진과 비교하기 위하여 측정되어졌다. 총분진의 측정은 37mm PVC filter(SKC, 0.8 μ m)를 이용하였다. 음식점 실내공기중 니코틴은 XAD-4 카트리지(catridge, SKC)를 개인시료포집기(1.0LPM)에 연결하여 종업원들의 이동공간인 음식점의 통로에 위치시켜 채취하였다. 종업원의 체내로 노출된 간접흡연 물질의 양을 추정할 수 있는 생체지표는 상대적으로 흡연량이 적은 한식집을 제외한 음식점에서 모두 18명의 종업원의 요(urine)에서 측정되어졌다. 요중 니코틴과 코티닌은 일반적으로 소변으로 배출되기 하루 전의 간접흡연물질 노출을 의미하므로 개인시료와 지역시료가 측정되어진 다음날 아침 첫소변을 50ml 원심분리병(centrifuge bottle)에 30~50ml 채취하였다. 채취한 시료는 -20℃에 냉동보관하였다. 시료의 채취전 종업원들에게서 시료채취동의서를 받았으며, 전날의 간접흡연 노출량에 관한 설문조사가 이루어졌다.

3. 분석방법

수동식 시료 채취기에 흡착된 NO₂는 photo-spectrometer(Shimadzu UV-1201)를 이용하여 분석되었으며, 농도계산에 이용된 물질전환계수(mass transfer coefficient)는 0.10cm /sec¹⁷⁾를 사용하였다.

지역시료인 호흡성분진과 총분진은 채취한 여과지를 시료채취 전과 후에 24시간동안 데시케이터에 보관하여 일정한 습도가 유지되도록 하였고, 미량저울을 이용한 중량법(gravimetric method)으로 분석되었다. 음식점 실내 공기중 니코틴은 NIOSH 2551 Method를 이용하여 분석하였다. 즉, 시료를 채취한 카트리지 속의 흡착제를 GC 바이알에 넣고 에틸아세테이트(ethyl acetate) 1ml를 첨가하여 30분간 정치시켜 추출하고, 추출액을 GC-MSD로 정량분석하였다. 채취한 요시료는 5ml를 15ml 원심분리관에 주입하고 수득률 계산을 위한 내부지표(internal standard)인 디페닐아민(diphenylamine)

100~500ppb 농도가 되게 주입하였다. 여기에 방해물질의 제거를 위하여 황산나트륨(sodium sulfate, NaSO₄)을 소량 투여하고 pH 조정을 위하여 완충제인 탄산칼륨(potassium carbonate, K₂CO₃)을 소량 투여한 다음, 추출용매인 에틸에테르(ethyl ether) 5ml를 주입하였다. 손으로 흔들어서 잘 섞은 다음 진탕기(shaker)를 속도 150rpm으로 유지하여 10분간 교반하였다. 혼합된 용액을 원심분리기(3000rpm)를 이용하여 5분간 분리하고 상정액을 취하여 다른 원심분리관에 주입하였다. 여기에 분석물질의 휘발을 방지하기 위하여 에틸아세테이트 50 μ l를 첨가한 다음 농축기(KD concentrator, 40℃)를 이용하여 50 μ l 정도가 되게 농축하고 GC-NPD를 이용하여 정량분석하였다.

4. 설문조사

종업원이 인지하는 간접흡연 노출량을 확인하고 다른 측정방법과 비교하기 위하여 각각의 측정방법별로 설문조사를 실시하였다. 우선 개인시료 포집에 이용되었던 이산화질소 수동식 시료채취기에서는 종업원의 시간활동도와, 가정과 음식점에서의 이산화질소 발생원을 파악하기 위하여 생활공간에서 사용하는 가스렌지 등의 난방기구를 조사하였다. 그리고 생체노출량과 관련하여 종업원이 가정 및 직장인 음식점을 비롯하여 지난 1일간 노출된 담배연기의 양¹⁸⁾을 추정하기 위하여 설문지를 개발하여 조사하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 연구대상의 일반적 특징

식사 위주의 한식집의 경우 국내·외 연구에서 간접흡연물질 측정이 거의 이루어진 적이 없었다. 일반적으로 주점이나 커피숍보다 규모가 크고 실내환기가 잘 이루어지고 있었다. 그리고 교통량이 많은 도로에서 떨어진 곳에 위치한 곳이 많았고, 측정장소 5곳 중 1곳을 제외한 나머지

지 4곳이 1층에 위치하고 있었다. 주방에 가스레인을 비롯한 많은 연소원을 보유하고 있었으며 2곳은 객실에서도 가스레인을 사용하였다. 주점의 경우 일반적인 환경여건이 다른 장소보다 열악한 편이었다. 측정장소 중 3곳이 지하층에 위치하였고, 2곳은 환기시설은 있지만 제대로 가동되지 않았고, 환기시설이 설치되지 않

은 곳도 1곳 있었다. 주된 영업시간은 PM 6:00~12:00이었다. 주방에 연소원을 모두 가지고 있었고, 2곳에서는 객실에서 가스레인을 사용하였다. 커피숍은 1~3층에 위치하며 주방에 1~2개의 연소원을 가지고 있었다. 공간은 좁은 편이었고 환기는 대부분(4곳) 잘 이루어지고 있었다.

Table 1. General characteristics of restaurant workers

Site	Korean-restaurant	Wine shop	Coffee shop	Total(range)
Average age of workers	32.1	24.6	25.3	27.1(21~45)
Average work year of workers	3.6	1.2	1.3	2.5(0.2~10)
*Extra job : yes ^a	0	4	8	12
*Smell : yes ^b	6	5	11	22
*Hate : yes ^c	5	3	10	18
Number of workers	6	5	12	23

*: Number of workers who said "yes".

a: Do you have extra job except working in this restaurant?

b: Can you smell the smoke from others in the absence of sight?

c: Do you hate tobacco smoke?

모두 23명의 종업원을 대상으로 설문조사를 실시하였고, 이들의 일반적인 특징을 Table 1에 정리하였다. 시료를 채취한 음식점에 근무하는 종업원의 연령(범위)은 27.1(21~45)세였고, 연령과 근무년수는 한식집이 높게 나타났다. 대부분(22명)이 냄새로만 담배연기 발생을 구별할 수 있었고, 78.2%(18명)가 담배연기를 싫어하는 편이었다.

음식점에 근무하는 종업원의 평균 근무년수가 짧다는 것은 간접흡연으로 인한 건강영향 연구를 어렵게 한다. 간접흡연에 의한 건강악화는 만성적인 경우가 대부분이므로 오랜 기간 동안의 노출이 필요한데, 근무년수가 짧을 경우 장기간의 전향적 추적연구(follow-up study)가 불가능하기 때문이다. 또한 종업원의 평균 근무연령이 적기 때문에 건강영향 연구의 혼란요인(healthy worker effect)이 될 수 있다.

2. NO₂ 측정 결과

종업원의 개인시료로 측정된 NO₂ 농도를 그들이 일하는 음식점 실내·외 농도와 각자의 주거 공간에서의 농도와 비교하여 Table 2에 나타내었다. 음식점 실내의 농도가 실외보다 평균적으로 높았으며, 그 원인은 손님들의 흡연 음식점의 가스레인지 사용으로 생각된다. 1998년 서울시 NO₂의 1년간 평균농도가 30ppb이었으며¹⁹⁾, Yang 등¹⁷⁾이 조사한 서울의 사무실 내부 NO₂ 농도 평균이 25.0(±16.1)인 점을 고려할 때 음식점과 종업원 개인 노출 농도는 높은 것으로 나타났다. 그리고, 음식점이 도로변에 위치하기 때문에 음식점 실외 NO₂ 농도도 높게 나타났다. 실외공기의 실내로 유입을 고려할 때, 음식점의 실내 및 실외 NO₂ 농도 모두 일반 가정집이나 사무실보다 높은 것으로 생각된다.

Table 2. Indoor and outdoor NO₂ concentrations, and service-workers' exposure to NO₂

Mean and standard deviation of NO ₂ measurements (ppb)				
Restaurant indoors(n=15)	Restaurant outdoors(n=15)	I/O ratio	Personal exposure(n=23)	Personal home indoors(n=23)
57.01(±12.42)	54.29(±9.54)	1.07(±0.22)	53.03(±9.29)	39.20(±5.53)

종업원 개인의 NO₂ 노출농도는 음식점의 실내 농도와 상관성이 가장 높았으며(r=0.70), 종업원 개인집의 농도(r=0.52)와 음식점 실외농도(r=0.35)는 개인 노출과 약한 상관성을 보였다. 따라서 음식점 종업원의 NO₂ 개인노출은 음식점 실내공기에 가장 큰 영향을 받는 것으로 보였다. 시간활동도를 고려하면 가정에서 보내는 시간(45.4%)이 직장인 음식점에서 보내는 시간(39.2%)보다 더 많은 것으로 나타났지만, 음식점의 특성상 흡연 등에 의하여 순간적으로 고농도의 오염물질에 노출될 가능성이 크기 때문에 평균적인 값을 유지하는 가정에서의 노출보다 음식점에서의 오염물질 노출이 상대적으로 더 중요함을 보여준다.

3. 지역시료 측정 결과

1) 실외 및 실내공기 중 호흡성 분진의 농도
음식점 실내의 호흡성분진 농도는 75.3~317.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 25개의 시료 중 대기환경기준치(32)인 115 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 를 초과하는 곳이 73.9%인 17곳이었다. 한식집의 경우 1곳만이 기준치를 초과하였으나 술집의 경우에는 6곳 모두 기준치를 초과하였다. 커피숍은 83.3%인 10곳이 기준치를 초과하였다. 이것은 우리 나라 음식점 실내 환경이 열악하다는 것을 반영한다. 이에 비하여 실외공기 중 호흡성분진은 75.0~159.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 실내공기 중 농도보다 낮았다. 또한 대기환경기준치를 초과하는 시료가 30.8%인 4곳이었다. Table 3는 음식점 실내 및 실외공기 중 호흡성분진 농도를 나타낸다.

Table 3. RSP concentration at restaurants

	Korean restaurant	Wine shop	Coffee shop	Total
Indoor				
Number of samples	7	6	12	25
mean($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	60.0	276.7	196.6	177.8
range	40~116	134~534	52~301	75.3~317.0
Outdoor				
Number of samples	4	3	6	13.0
mean($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	124.2	103.2	110.8	112.7
range	77~205	90~125	58~149	75.0~159.7

음식점의 종류별 호흡성분진의 농도는 유의하게(p<0.01) 차이가 났는데, 한식집 < 커피숍 < 주점의 순으로 농도가 높게 나타났다. 반면 실외공기의 경우에는 세 종류의 음식점의 차이는 유의하지 않았다. 이것은 실내공기중 호흡성분진 농도가 외부로부터의 유입된 오염물질에 영향을 받지만, 흡연을 비롯한 실내의 오염 발생원에 의

해 많은 차이가 난다는 것을 말한다.

2) 실내공기 중 니코틴 농도

Table 4는 음식점의 종류에 따른 공기중 니코틴 농도를 나타낸 것이다. 주점의 농도가 가장 높게 나타났으며, 주점과 나머지 두 음식점의 니코틴농도 사이에는 통계적으로 유의한 차이가 보여졌다(p<0.01).

조사된 음식점 실내공기 중 니코틴의 농도범위는 0~57.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이며 평균은 7.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이었다. Jaakkola 등²⁰⁾이 15개의 실험논문들을 정리하여 발표한 것(Table 5)에서 음식점의 니코틴 농도가 주거지역이나 사무실 등 다른 실내공간보다 높은 것을 나타낸다. 음식점에서는 4.3~22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 범위를 가지며, 주거지역에서는 2.2~19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$,

사무실에서는 1.1~10.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 그리고 다른 작업장에서는 4.3~14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 의 농도범위를 가진다. 이것은 모두 본조사에서 얻어진 음식점 실내 니코틴의 평균농도인 7.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 을 포함한다. 최고값의 경우에도 본연구에서 나타난 57.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 은 Table 5에 나오는 최고값의 범위에 모두 포함된다.

Table 5. Summary of indoor air nicotine and RSP concentrations associated with smoking occupancy in residential and work environments in field studies with at least 15 observations^a

Microenvironment	Range of mean nicotine	Min-Max of nicotine	Range of RSP	Min-Max of RSP
Residences	2.2-19	0.1-292	12-430	0.7-1100
Offices	1.1-10.0	0-71.5	28-133	0-1088
Other workplaces	4.3-14	1.6-167	36-300	6-3580
Restaurants and bars	4.3-22	0-450	53-126	0-685

a : Based on review by Guerin et al.(Guerin MR, Jenkins RA, Tomkins BA. The Chemistry of Environmental Tobacco Smoke; Composition and Measurement, Chelsea, MI:Lewis Publishers, 1992.)

4. 생체시료 분석결과

측정대상인 18명 중에서 1명은 흡연자로서, 니코틴 2141ng/ml, 코티닌 898ng/ml이었다. 따라서 나머지 비흡연자들과 함께 이 자료를 쓰지 못하기 때문에 이후의 분석에서는 이 데이터를 사용하지 않았다.

니코틴의 농도는 평균 22.4ng/ml, 범위는 2.7~107.2ng/ml이었다. 하지만 중위수(median)는 9.7ng/ml이며, 70% 이상이 20ng/ml 미만의 값을 가진다. 요중 코티닌의 농도 평균은 96.9ng/ml이고, 범위는 17.3~410.8ng/ml, 중위수는 61.9ng/ml이었다.

Table 6. Comparison of urine nicotine and cotinine concentration(ng/ml) as sampling site

	Airborne nicotine		Cotinine		Total	
	Wine shop	Coffee shop	Wine shop	Coffee shop	Wine shop	Coffee shop
Mean	18.3	110.8	24.1	91.1	22.4	96.9
Range	6.2-52.4	17.3-410.8	2.7-107.2	18.5-174.6	2.7-107.2	17.3-410.8
Number of samples	5	5	12	12	17	17

니코틴과 코티닌의 농도 사이의 상관성을 가지는지 선형회귀식으로 계산해 보았을 때, 역비례 그래프를 보이며 상관계수가 0.0636으로 상관성

을 나타내지 않았다. 이것은 본 조사에서 채취한 시료수가 적었기 때문에 상관성을 밝혀내지 못하였을 수 있다. 또한, 흡연자와 같이 고농도

의 니코틴과 코티닌이 존재하는 생체시료인 경우 생체내 니코틴과 코티닌의 상관성이 쉽게 밝혀지지만, 비흡연자가 간접흡연으로 인하여 요중에서 발견되는 니코틴과 코티닌은 극미량으로 존재하기 때문에, 개인의 대사능력과 같은 변이 (variability)요인이 작용하여 두 농도 사이의 관계를 혼란시킬 수 있다. 그리고 Baek 등²¹⁾에 의하더라도 요 중 니코틴과 코티닌의 상관성은 크지 않은 것으로 나타난다.

생체노출량과 관련하여 설문지로 조사된 음식점 종업원의 지난 1일간 노출된 담배연기의 양과 요에서 분석된 생체지표물질의 양은 음식점 구분별로는 유의한 상관성을 나타내었으나, 종업원 개인별로는 통계적으로 유의하지 않았다. 이것은 설문지로 간접흡연 노출의 정도를 정확하게 표현하는 것의 어려움, 개인별 생체내 대사율의 차이, 채취한 시료의 수 등¹³⁾으로 설명할 수 있을 것이다.

5. 각 노출지표들의 비교

그림 3-14는 지역시료로 측정된 실내공기중 니코틴과 RSP, 개인시료로 측정된 이산화질소, 그리고 생체 노출지표로 이용한 요중 코티닌의 음식점 종류에 따른 농도분포를 나타낸다.

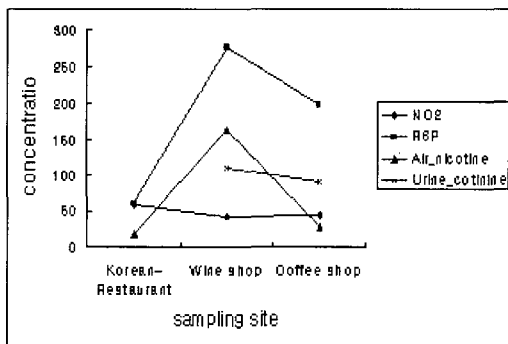


Fig. 1. Comparison of ETS marker concentrations among personal/ stationary samples and biomarker (nicotine: 0.1μg/m³, RSP: μg/m³, NO₂: ppb, cotinine: ng/mL).

니코틴과 호흡성분진의 경우, 주점의 농도가 다른 두 종류의 음식점보다 유의하게(p<0.01) 높게 나타났고, 코티닌의 경우에도 주점에서 채취한 시료의 농도가 커피숍보다 약간 높게 나타났다. 그러나 이산화질소의 경우 유의한 차이를 나타내지 않았다. 이것은 한식집에서 실내 이산화질소 발생원으로 작용하는 가스레인지와 같은 연소원을 많이 사용하기 때문에 혼란요인으로 작용하였을 것이다. 따라서 이산화질소를 이용하여 간접흡연 노출평가를 할 때에는 실내 이산화질소 발생원에 대한 정확한 정보를 가지고 진행해야 할 것이다.

공기중 니코틴 농도와 호흡성분진 농도는 상관계수(r)가 0.6583으로 통계적으로 유의한(p<0.01) 상관성을 보였으며, 공기중 니코틴 농도와 개인시료인 이산화질소 농도 또한 상관계수가 0.4579로서 유의한(p<0.05) 상관성을 나타내었다(Table 7). 이것은 음식점과 같이 담배연기의 농도가 높은 곳에서는 공기중 호흡성분진이나 공기중 니코틴과 같은 물질이 다른 지표물질들과 가장 많은 연관을 가지기 때문에 적절한 노출지표로 활용할 수 있다는 것을 말해준다.

Table 7. Correlation coefficient among 4 environmental tobacco smoke markers

	NO ₂	RSP	Airborne nicotine	Cotinine
NO ₂	-	0.1355	0.4579*	0.5348
RSP	-	-	0.6583**	0.2922

* : p<0.05, ** : p<0.01

IV. 결 론

간접흡연 노출량에 관한 자료를 수집하기 위하여 상대적으로 고농도의 간접흡연 물질에 노출되고 있는 서울시내 몇몇 음식점 종업원을 대상으로 직업적 환경에서 실내공기중 노출정도,

개인 노출량, 생체지표 농도를 측정하였다. 음식점은 한식집, 주점, 커피숍으로 구분하여 음식점 종류별 간접흡연 물질 농도를 비교하였으며, 각 음식점별로 1~2명의 종업원을 선택하여 개인 노출량을 측정하여 비교하였다.

음식점 실내환경 중 호흡성분진은 평균 $177.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (범위: $75.3 \sim 317.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$)이었으며, 실외 호흡성분진 농도는 음식점에 따른 차이를 나타내지 않았지만, 실내 호흡성분진의 농도는 음식점의 종류에 따라 차이가 있었다. 음식점 실내 환경중 니코틴 농도는 평균 $7.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (범위: $0 \sim 57.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$)이었으며 호흡성분진과 마찬가지로 음식점에 따른 농도의 차이가 있었다.

이산화질소 노출량을 조사한 결과 종업원이 근무하는 음식점 내의 이산화질소 농도가 종업원의 가정이나 실외 농도보다 높게 나타났으며, 각 측정장소별 이산화질소의 농도는 통계적으로 유의한 상관성을 보였으나, 종업원의 개인노출량과 음식점 실내 농도의 상관성($r=0.70$)이 가장 큰 것으로 나타났다.

생체지표의 농도를 분석한 결과 종업원의 요 중 니코틴 농도는 평균 $22.4 \text{ng}/\text{ml}$ (범위 $2.7 \sim 107.2 \text{ng}/\text{ml}$) 정도로 높은 편이었고, 주점의 농도평균이 커피숍보다 높았다. 코티닌은 평균 $77.3 \text{ng}/\text{ml}$ (범위: $17.3 \sim 199.174.6 \text{ng}/\text{ml}$)로 농도가 상당히 높은 편이었고, 주점의 농도평균이 커피숍보다 높았다.

측정방법간의 상관성을 분석한 결과 음식점 실내 호흡성분진 농도와 니코틴 농도 사이의 상관성이 가장 높게 나타났으며($r=0.6583$), 그 다음으로는 음식점 실내 이산화질소 농도와 니코틴 농도가 높은 상관성을 보였다($r=0.4579$).

참고문헌

- Hurt, R. D. : Treat tobacco dependence and "bend the trend". Bulletin of the World Health Organization, 77(5), 367, 1999.
- 보건복지부 : 2001보건복지통계연보. 10. 국제 통계, 15, 1999.
- Tredaniel, J., Boffetta, P., Saracci, R. and Hirsch. A. : Exposure to environmental tobacco smoke and adult non-neoplastic respiratory diseases. European Respiratory Journal, 7, 1877-1888, 1994.
- Hackshaw, A K., Law, M. R. and Wald, N. J. : The accumulated evidence on lung cancer and environmental tobacco smoke. British Medical Journal, 315(18), 980-988, 1997.
- Nafstad, P., Kongerud, J., Botton, G., Hagen, J. A. and Jaakkola, J. J. : The role of passive smoking in the development of bronchial obstruction during the first 2 years of life. Epidemiology, 8(3), 293-297, 1997.
- Ahluwalia, I. B., Strawn, L. G. and Scanlon, K. S. : Exposure to environmental tobacco smoke and birth outcome: increased effects on pregnant women aged 30 years or older. American Journal of Epidemiology, 146(1), 42-47, 1997.
- Law, M. R., Morris, J. K. and Wald, N. J. : Environmental tobacco smoke exposure and ischaemic heart disease and evaluation of the evidence. British Medical Journal, 315, 973-980, 1997.
- Thun, M., Henley, J. and Apicella, L. : Epidemiologic studies of fatal and nonfatal cardiovascular disease and ETS exposure from spousal smoking. Environmental Health Perspectives, 107(Suppl. 6), 841-846, 1999.
- Anderson, H. R. and Cook, D. G. : Passive smoking and sudden infant death syndrome : review of the epidemiological evidence. Thorax, 52, 1003-1009, 1997.
- Gordis, L. : Epidemiology and health risk assessment. Oxford University Press, 31-33, 1988.
- Eatough, D. J., Benner, C. L., Bayona, J. M.,

- Richards, G., Lamb, J. D., Lee, M. L., Lewis, E. A. and Hansen, L. D. : Chemical composition of environmental tobacco smoke. 1. Gas-phase acids and bases. *Environmental Science and Technology*, 23, 679-687, 1989.
12. Scherer, G. and Richter, E. : Biomonitoring exposure to environmental tobacco smoke(ETS) : A critical reappraisal. *Human & Experimental toxicology*, 16, 449-459, 1997.
13. Jaakkola, M. S. and Jaakkola, J. J. K. : Assessment of exposure to environmental tobacco smoke. *European Respiratory Journal*, 10, 2384-2397, 1997.
14. Watts, R. R., Langone, J. J., Knight, G. J. and Lewtas, J. : Cotinine analytical workshop report: Consideration of analytical methods for determining cotinine in human body fluids as a measure of passive exposure to tobacco smoke. *Environmental Health Perspectives*, 84, 173-182, 1990.
15. Yanagisawa, Y. and Nishimura, H. : A badge-type personal sampler for measurement of personal exposures to NO₂ and NO in ambient air. *Environment International*, 8, 235-242, 1982.
16. 양원호, 고영림, 한인규, 이정민, 정문식, 정문호 : 음식점 비흡연 종업원의 간접흡연 노출량 지표로써 이산화질소 이용. *대한위생학회지*, 15(3), 1~7, 2000.
17. Yang, W., Lee, K., Son, H. and Chung, M. : Estimation of personal exposure on nitrogen dioxide using time activity-comparative study between Brisbane, Australia and Seoul, Korea. *대한위생학회지*, 15(2), 10-17, 2000.
18. Jaakkola, M. S. and Samet, J. M. : Summary: Workshop on health risks attributable to ETS exposure in the workplace. *Environmental Health Perspectives*, 107(suppl. 6), 823-828, 1999.
19. 환경부, 환경백서, 2000.
20. Jaakkola, M. S. and Samet, J. M. : Occupational exposure to environmental tobacco smoke and health risk assessment. *Environmental Health Perspectives*, 107(Suppl. 6), 829-835, 1999.
21. Baek, S., Kim, Y. and Perry, R. : Indoor air quality in homes, offices and restaurants in Korean urban areas; indoor/outdoor relationships. *Atmospheric Environment*, 31(4), 529-544, 1997.