

서울시 일부 택시기사의 이산화질소 개인폭로량에 관한 연구*

김윤신 · 전후민* · 홍승철*

한양대학교 의과대학

*한양대학교 환경과학대학원

Personal NO₂ Exposures of Taxi Drivers

Yoon Shin Kim · Hoo Min Jeon* · Seung Chul Hong*

College of Medicine, Hanyang University

**Graduate School of Environmental Science, Hanyang University*

ABSTRACT

Personal NO₂ exposure and time activity patterns were measured during March, 1991 for 46 taxi drivers in the Seoul area. Badge-type personal samplers were worn for 24 hours by taxi drivers for monitoring personal exposure to NO₂.

A standard respiratory questionnaire was administered and pulmonary function test was performed using a portable spirometry. The mean concentrations of personal NO₂ exposures of taxi drivers were 0.55ppm. Personal NO₂ exposures of taxi drivers were seemed to be higher in longer period of driving, smokers, and use of LP gas in homes. Prevalence rate of respiratory symptoms and the level of pulmonary function(FEV_{1.0} and FVC) seemed to be related to higher personal NO₂ concentrations. It is concluded that personal NO₂ exposures of taxi drivers are probably affected by indoor NO₂ levels of a taxi and their common activities.

I. 서론

최근 서울시의 대기오염상태는 생활수준의 향상으로 인한 자동차의 급격한 증가에 의하여 질소산화물(NO_x)을 비롯한 오염물질의 농도가 증가되어 광화학스모그(smog)의 발생에도 큰 영향을 미치고 있다.

질소산화물(NO_x)중 이산화질소(NO₂)는 취사

및 난방연료의 연소과정에서도 발생하며 도심지역에서의 주 발생원은 자동차이며 이 중에서도 디젤유 차량에서 질소산화물이 많이 배출되는 것으로 나타났다. 따라서 자동차의 계속적인 증가는 이산화질소의 증가는 물론 대기오염을 더욱 악화시킬 수 있어 오염된 외부공기가 실내로 유입될 때 실내공기질의 악화는 물론 실내환경하에서 생활하는 사람에 대한 인체에 미치는 영향은 매우 클 것으로 시사된다.

*본 연구는 1989년 한국과학재단 목적 기초연구비 지원에 의하여 이루어진 것임.

그러나 실내공기 오염물질의 인체에의 영향을 정확히 파악하는 것은 매우 어려워 최근 오염물질의 개인용 측정기구(personal sampler)의 개발에 의하여 개인의 오염물질 폭로량을 추정하여 오염물질의 건강영향을 파악하는 추세에 있다.^{1,2)}

따라서 본 연구에서는 실내생활 환경으로 취급되는 자동차의 실내공기오염도를 파악하는 한편 개인용 폭로 농도를 측정하고자 서울시내의 일부 영업용택시 기사를 대상으로 이산화질소의 개인 피폭량을 조사하였다. 이같은 연구방법은 이산화질소의 개인용 피폭도를 측정하여 간접적이거나 인체에 미치는 영향을 분석함으로써 실내공기 오염물질에 폭로된 사람들의 건강영향의 파악은 물론 실내공기오염 연구의 기초자료로 활용하고자 하였다.

II. 조사 및 분석방법

1. 조사기간 및 대상

본 연구는 1991년 3월 25일 오후 3시부터 동년 3월 26일 오후 3시까지 만 24시간 동안 서울시내를 운행하는 D상운 영업용 택시기가 46명을 대상으로 이산화질소(NO₂)의 피폭농도를 측정하였고, 일일생활시간표, 폐기능검사(PFT)와 설문지조사를 병행 실시하여 이산화질소(NO₂)의 피폭량과 건강영향과의 관련성을 파악하고자 하였다.

개인용 이산화질소(NO₂)농도의 측정에 사용된 개인용 측정기구는 badge-type의 NO₂ personal Sampler를 조사자가 피조사자인 택시기사의 옷깃에 부착시킨 후 24시간 후에 수거하여 분석하였다.

2. 분석방법

24시간 동안 폭로시킨 badge를 회수하여 Pre-

Filer를 제거한 후에 triethanolamin용액을 함유하는 셀룰로오즈 filer를 꺼내어 증류수 10ml와 함께 시험관에 넣고 ultrasonicator(출력 25 KHz, 30분간)을 이용, 완전히 용해시킨후 발색액(100 ml sulfanilamide + 10ml NEDA + 100 증류수)을 가하여 가볍게 흔들어 발색시킨 다음 석영 cell에 넣어 540nm의 파장범위에서 측정하여 이 흡광도로부터 calibration curve를 이용하여 농도를 산출한다. 이것을 그림으로 나타내면 Fig. 1과 같다.

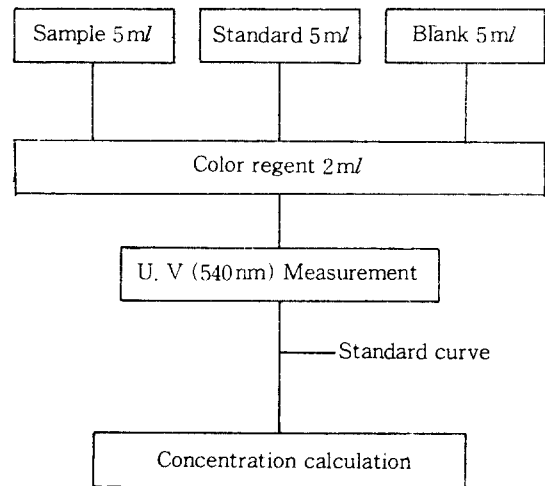


Fig. 1. Schematic Diagram of Analytic Method.

III. 결과 및 고찰

1. 하루중 실내 생활시간 비율

일일 생활시간표의 조사결과 이들 영업용택시 기사의 실내에서 생활하는 시간은 Table 1과 같이 평균 약 22.97시간으로 하루의 96%를 실내에서

Table 1. Daily time activity data of taxi drivers

Outdoor	Indoor					Total	Indoor +outdoor
	Home	in car	Office	Other indoors			
Time spent (hr)	1.03	9.15	10.45	0.45	2.72	22.97	24.00
Percent	4.30	38.10	44.40	1.90	11.30	95.70	100.00

생활하고 있다. 또한 이들은 차속에서만 10여시간 근무하며 교대후 주로 가정이나 사무실 등 기타 실내에서 시간을 보내는 것으로 나타나 김⁹⁾이 조사한 대학원생(85%), 주부들(92%)의 실내생활 시간의 비율보다 실내에서 생활하는 시간이 많음을 알 수 있다.

따라서 이와같이 택시기사들이 장시간을 차속에서 생활하고 있어 택시내의 실내공기질이 오염되어 있을 경우 택시기사의 건강영향은 매우 클 것으로 예측된다.

2. 택시기사의 이산화질소 폭로량

영업용택시기사를 대상으로 이산화질소의 개인 폭로량을 측정된 결과 Table 2에서 보는 바와 같이 택시기사의 일일 이산화질소의 개인 폭로량은 평균 0.554 ppm으로 우리나라의 대기 이산화질소 기준치인 0.05 ppm(년 평균)보다 11배, 1시간 평균치인 0.15 ppm보다 3.7배 이상 높게 측정되었으며, 조사대상자 46명 전원이 1시간 평균기준치를 초과하는 것으로 나타났다.

NO₂의 임상연구결과 기관지천식환자가 0.1 ppm의 NO₂에 1시간 폭로된 후 유의한 기도 저항의 증가 및 폭로후 카바콜 에어로졸 흡입에 대한 유의한 기도반응성의 항진을 볼 수 있다는 보고¹⁰⁾도 있다. 또한 건강한 사람이 0.3 ppm의 NO₂에 2시간 폭로된 후 혈장 히스타민에 유의한 증가도 보고¹¹⁾되고 있다. 따라서 본 조사에서 나타난 영업용택시기사의 이산화질소농도 개인폭로량은 일일평균 0.554 ppm으로 김(1986)⁹⁾이 조사한 가정주부의 개인피폭량 0.028 ppm보다 19.8배, 김(1987)⁹⁾ 등에 의해 실시된 대학원생의 폭로량 0.031 ppm보다 17.8배, 박(1989)⁹⁾이 조사한 서울시 교통경찰의 일일피폭량인 0.047 ppm보다 무려 11.8배 가량 높은 것으로, 같은 날의 기온과 풍속 및 혼합고 등 관계변수를 보정시켜 준다하여도 이러한 수치는 매우 우려할만한 농도라 하겠다. 이와같이 이산화질소 개인 피폭농도가 높은 것은 주변의 차량

으로부터 배출된 고농도의 가스가 확산되기 전에 기사에게 직접적으로 폭로되었거나, 대기오염이 심각한 서울시내 지역에서의 장시간 근무, 자신의 차량으로부터 차내로 유입되는 배출가스 등 복합적 요인에 의한 것으로 시사된다.

도심지역에서 대기를 오염시키는 주요배출원은 주택난방, 빌딩난방, 자동차, 작업장 등을 들 수 있겠으나 한정되어 있는 도로실정에 비해 이동배출원인 자동차의 많은 증가로 도심에서 교통체중이나 정차 등을 야기시켜 도심대기오염의 주 배출원으로 지목되어 왔다.

1990년 조⁵⁾ 등에 의해 조사된 자료에서 서울시내의 자동차에서 배출되는 각 대기오염 물질별 연소가스량 및 비율을 보면 Fig. 2와 같다. 택시는 연소가스량의 조성비율이 질소산화물은 12.04%로서 일산화탄소(75.72%)에 이어 두번째로 높은 비율을 차지하나, 서울시 전체차량에서 배출되는 연소가스량 조성에서는 17.2%로 다소 증가함을 볼 수 있다. 그 이유로는 LPG를 연료로 사용하는 택시보다 디젤유를 연료로 사용하는 버스나 트럭 등에서 연료중 NO_x가 연소시 다량배출됨을 알 수 있으며, 또한 버스는 휴일에도 계속적으로 운행되므로 전체 NO_x량의 증가는 물론 서울시 대기오염을 더욱 악화시키는 하나의 원인으로 작용하지 않나 사료된다. 이렇게 많은 디젤차량 등의 후방 및 주변에서 택시를 운행하게 되면 디젤차량으로부터 발생하는 배출가스에 보다 직접적으로 폭로되어 운전기사의 이산화질소 개인피폭농도가 매우 높게 나타난 것으로 추측된다.

3. 흡연 유·무별 NO₂ 개인폭로량

자동차내에서 택시기사가 흡연을 하는 경우 NO₂개인폭로량에 영향을 주는지를 파악하기 위해 흡연 유·무에 따른 NO₂농도를 비교하였다(Table 3참조). 피조사자중 흡연자는 36명(78.3%)으로 주행중 흡연한 경우와 흡연 안한 경우(10명)의 NO₂농도는 각각 0.56 ppm, 0.54 ppm으로 흡연자

Table 2. Mean personal exposure levels to NO₂ of taxi drivers

(unit : ppm)

Number of samples	Mean	Standard deviation	Range
46	0.554	0.11	0.290-0.808

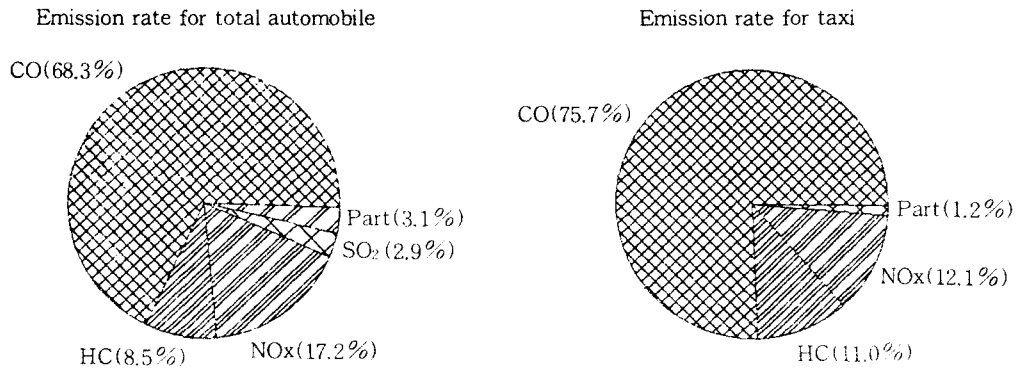


Fig. 2. Proportion of emission rate for motor vehicles(1990).

Table 3. Personal NO₂ exposure levels between smokers and non-smokers of drivers (unit : ppm)

	Number of cases(%)	Mean ± S. D.	Range
Smokers	36(78.3)	0.56 ± 0.11	0.45-0.81
Non-Smokers	10(21.7)	0.54 ± 0.10	0.29-0.80

Table 4. Personal NO₂ exposure levels by amount of smoking cigarettes

Class	Amount of smoking cigarettes				Total
	Less than 5	5-10	10-15	More than 15	
Number of smokers(%)	4 (8.7)	10 (21.7)	16 (34.8)	6 (13.1)	36 (78.3)
NO ₂ conc. (ppm)	0.537	0.552	0.556	0.581	0.557

Table 5. Personal NO₂ exposure levels by type of cooking fuel (unit : ppm)

Type of cooking fuel	Yeontan (n=15)	Oil (n=25)	LPG (n=6)
	Mean ± S. D.	Mean ± S. D.	Mean ± S. D.
Concentration	0.55 ± 0.07	0.56 ± 0.13	0.59 ± 0.05

에서 비흡연자 보다 약간 높았으나 본 결과로는 운전기사의 흡연이 NO₂ 증가에 영향을 주었는지에 대하여는 정확히 파악하기가 불명하다.

Table 4는 택시기사중 흡연자의 흡연량에 따른 이산화질소의 개인폭로량을 나타낸다. 흡연자는 하루평균 약 12여개피 정도 흡연하는 것으로 나타났다고, Table 4에서 보는 바와 같이 흡연량이 증가

할수록 NO₂농도가 약간 증가하는 것으로 나타났다. 따라서 택시내에서 운전기사의 흡연량은 이산화질소의 개인폭로 농도에 영향을 주는 것이 아닌가 추측된다.

4. 주방연료별 개인폭로량

Table 5에서는 택시기사가 거주하는 주택의 주

방연료 형태에 따라 NO₂의 개인폭로 농도를 비교하였다. 표에서 보는 바와 같이 LP가스 사용 가정에서 NO₂의 개인폭로농도가 가장 높았으며 기름 연탄 사용순으로 농도가 낮아짐을 알 수 있다. 아파트는 다른 가옥보다 에너지 절감율을 높이기 위해 밀폐가 매우 잘되어 있어 인위적인 환기를 시켜도 취사 사용후 발생하는 연소가스의 환기가 충분치 않아 실내에 발생한 가스가 오랜시간 머물러 다른 가옥보다 이산화질소에 많이 폭로될 수 있어 택시기사의 피폭량에 간접적으로나마 영향을 미쳤으리라 추측된다.

5. 호흡기관관련 증상호소율

본 연구조사시 병행하여 실시한 설문지 조사결과를 살펴보면 차령은 86.4%가 2년 미만으로 대부분 새차이며 차내청소는 하루에 1~2회 정도 청소하는 것으로 나타났다. 이렇게 좋은 여건의 실내에서도 NO₂농도가 높게 폭로된 것으로 볼 때, 노후된 차량이나 청소를 잘 실시하지 않은 차의 실내에서는 더욱 높은 농도에 피폭될 것이라 예상된다.

Table 6. Percentage distribution of respondents by selected characteristics of taxi driver (N=46)

Characteristics	Class	Percentage(%)
Feeling of indoor air quality	Good	-
	Normal	28.9
	Bad	51.1
	Extremely	20.0
In-flow by emission gas to automobile	Yes	56.5
	Don't know	27.1
	No	16.4
Cleaning air in car by ventilator.	Yes	13.1
	Normal	30.4
	No	56.5

Table 6에서 보면 “차내에서 느끼시는 공기는 어떠한가?”라는 질문에는 “보통이다”가 28.9%, “나쁘다” 51.1%, “아주 나쁘다”가 20.0%로 대부분이 차내 실내공기질에 대해 나쁘게 생각하며, “차량의 배기가스가 차내로 유입되는가?”라는 물

음에는 “그렇다”가 56.5%, “아니다”가 16.4%로 자체 차량의 가스유입 및 환기시 서울시내의 오염된 외부공기 유입에 의한 문제(영업용택시는 회사에서 에어컨시설을 설치해주지 않거나, 고장난 관계로 창문을 열고 운행하여 자연환기가 가능)로 택시기사들의 환기의 필요성을 못느껴 차내 실내 공기질은 더욱 악화되리라 생각된다.

호흡기질환과 관련된 증상의 호소율을 조사한 결과 Table 7과 같이 코가 막히거나 콧속이 험하게 된다에 62.8%, 가래가 자주 나온다 72.1%, 머리가 아프다 68.9% 목이 아프다 61.4% 눈이 따갑다 70.5% 쉽게 피로를 느낀다 84.4%, 숨이 차다 71.1%로 조사한 항목들이 대체로 호소율이 높게 나타나, 소위 “빌딩증후군”과 관련된 증상이 운전기사에서 많은 것은 이산화질소의 개인폭로량이 높은 것을 반영하고 있다.

Table 7. Prevalence of respiratory symptom(%) of taxi drivers in Seoul area

Symptoms	Number (n=46)	Percentage (%)
Nose irritation	27	62.8
Phlegm	31	72.1
Headache	31	68.9
Throat irritation	27	61.4
Eye irritation	31	70.5
Fatigue	38	84.4
Wheeze	32	71.1

Table 8과 Fig. 3은 운전기사들의 근무(운전) 시간에 따른 각 증상호소율을 나타낸 것이다. Table 8에서 보는 바와 같이 기침을 제외한 모든 증상의 항목에서 운전기간이 10년 이상인 운전기사의 호소율이 가장 높게 나타났다. 이같은 결과는 운전기간이 길수록 대기 오염 및 실내공기오염에 의해 폭로되어 각종 호흡기관관련질환에 걸릴 확률이 높은 것으로 예상되어 이들에 대한 구체적인 고 정기적인 검진과 연구조사가 요구된다.

6. 폐기능검사 결과

폐기능검사(PFT : Pulmonary Function Test)는 의학에서 1950년대 초 이래로 대기오염으로

Table 8. Variation if frequency of symptoms by period of driving

Symtoms	Period of driving(years)			
	Less than 2 (n=8)	2-5 (n=25)	6-10 (n=6)	More then 10 (n=7)
Cough	50.0	48.0	33.3	42.9
Phlegm	62.5	68.0	66.7	85.7
Nose irritation	50.0	56.0	66.7	71.4
Headache	62.5	64.0	66.7	71.4
Throat irritation	50.0	56.0	50.0	71.4
Eye irritation	62.5	64.0	83.3	71.4
Skin irritation	25.0	36.0	16.7	42.9
Wheeze	37.5	48.0	50.0	57.2
Fatigue	75.0	84.0	66.7	85.7

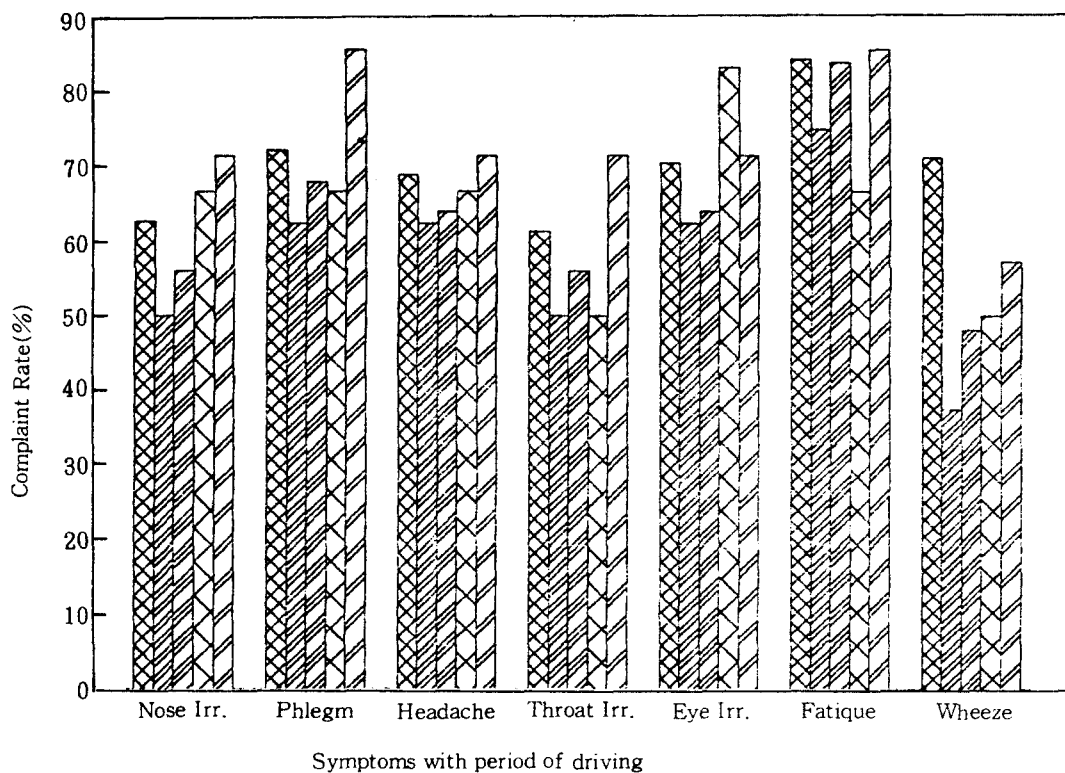
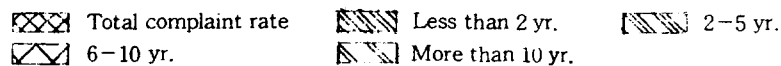


Fig. 3. Complaint rate of respiratory symptoms of taxi drivers by period of driving.



인한 피해정도를 파악하는 객관적인 측정방법으로서 폐기능검사가 실시되어 왔다. 이에 본 연구에서는 NO₂의 개인피폭량 측정과 병행하여 대기오염이 인체의 폐기능에 얼마만큼의 영향을 미치는가를 비교하기 위해 폐기능검사를 실시하였다.

대기오염의 영향을 받으면 폐의 기능은 수축되고, 정상적인 사람과 차이가 나타난다고 알려져

있다.^{12,13)} Table 9에서 보여 주는 것처럼 택시기사의 평균나이는 37세, 신장 169.5cm, 체중은 66.8kg, FVC는 3.67L, FEV_{0.5}는 2.28L로 나타났다. 이 수치는 Berglund의 예측식에 의한 FEV_{1.0}값(3.55L)에 비하여 약간 낮은 것으로 나타났다.

Table 10은 흡연을 하는 기사의 흡연량과 폐기능과의 관계를 나타낸 것으로 1일 흡연량이 많을수록 폐기능이 낮은 것을 나타내고 있다.

Table 11은 기사의 근무기간별 폐기능치를 나타낸 것으로 10년이상 근무한 기사에서 가장 낮은 수치를 보여 주었다. 이것은 앞에서 운전기간이 길수록 호흡기관련증상 호소율이 높은 것을 반영하는 것으로 대기오염이 심한 서울시 지역에서 장기가 근무한 것 등이 폐기능에 간접적인 요인으로 작용했음을 시사하고 있다.

이상의 연구결과 택시기사의 이산화질소의 개인피폭량은 외부에서 유입되는 공기(차량배출가스)에 의한 영향과 자신의 차량가스의 유입에 의해 가장 영향을 받으며, 기타 주택내의 사용연료

Table 9. Lung function by driver's symptoms

Class	Taxi driver Mean ± S. D.
Sample size	46
NO ₂ levels(ppm)	0.554 ± 0.11
Age(years)	37.09 ± 5.53
Height(cm)	169.54 ± 4.04
Weight(kg)	66.75 ± 7.44
FVC(L)	3.67 ± 0.55
FEV _{0.5} (L)	2.28 ± 0.54
FEV ₅ (L)	3.04 ± 0.58
FEV ₃ (L)	3.60 ± 0.54
%FEV ₁ /FVC	82.67 ± 8.12

Table 10. Lung function by amount of smoking cigarettes

	Amount of smoking cigarettes			
	less than 5 (n=4)	5-10 (n=10)	10-15 (n=16)	more than 15 (n=6)
	Mean ± S. D.	Mean ± S. D.	Mean ± S. D.	Mean ± S. D.
FVC	3.75 ± 0.63	36.2 ± 0.47	3.67 ± 0.60	3.47 ± 0.59
FEV _{0.5}	2.04 ± 0.96	2.22 ± 0.40	2.39 ± 0.35	2.03 ± 0.88
FEV ₁	2.93 ± 0.91	2.99 ± 0.40	3.13 ± 0.59	2.69 ± 0.71
FEV ₃	3.71 ± 0.64	3.56 ± 0.47	3.62 ± 0.60	3.41 ± 0.58
%FEV ₁ /FVC	78.30 ± 19.79	82.83 ± 4.35	85.11 ± 4.90	76.61 ± 12.25

Table 11. Lung function to period of driving

	Period of driving(yerars)			
	less than 2 (n=8)	less 5 (n=25)	less 10 (n=6)	more than 10 (n=7)
	Mean ± S. D.	Mean ± S. D.	Mean ± S. D.	Mean ± S. D.
FVC	3.78 ± 0.32	3.64 ± 0.63	3.66 ± 0.45	3.66 ± 0.55
FEV _{0.5}	2.28 ± 0.32	2.35 ± 0.43	2.40 ± 0.43	1.74 ± 0.90
FEV ₁	3.14 ± 0.29	3.10 ± 0.61	3.03 ± 0.48	2.61 ± 0.74
FEV ₃	3.37 ± 0.32	3.85 ± 0.63	3.58 ± 0.45	3.60 ± 0.55
%FEV ₁ /FVC	88.32 ± 3.96	84.59 ± 3.76	82.49 ± 5.43	70.91 ± 15.29

및 택시내의 흡연 등 복합적 요인에 의하여 폭로 농도가 좌우되는 것으로 시사되며, 이러한 요인이 운전기사의 호흡기질환 발생 및 폐기능에 영향을 미치는 것으로 추정된다.

IV. 결 론

본 연구는 1991년 3월 25일 오후 3시부터 동년 3월 26일 오후 3시까지 만 24시간동안 서울시내를 운행하는 영업용택시기사 46명을 대상으로 이산화질소의 개인폭로농도를 조사하였고, 택시기사를 대상으로 설문지건강조사와 폐기능검사를 병행 실시하여 이산화질소가 인체에 미치는 영향을 파악하고자 하였다. 주요 결과는 다음과 같다.

1. 택시기사의 이산화질소의 피폭농도는 일일평균 0.554 ppm으로 대기중 연간평균치 0.05 ppm보다 11배, 1시간 평균치 0.15 ppm보다 3.7배이상 높게 측정되었다.
2. 설문지 조사결과 택시기사는 24시간중 10여 시간을 차속에서 근무하며 하루평균 22.97시간 (95.7%)을 실내에서 생활한 것으로 조사되었다.
3. 택시기사의 흡연 유·무에 따라 NO₂ 농도를 비교한 결과 흡연자는 0.56 ppm, 비흡연자는 0.54 ppm로 흡연자에서 이산화질소의 피폭농도가 약간 높게 나타났다. 또한 흡연량이 많을수록 개인폭로농도도 높았다.
4. 주택의 주방 사용연료별 이산화질소 피폭농도는 LPG가스 사용주택에 거주하는 기사의 NO₂ 피폭량이 평균 0.59 ppm으로 가장 높았으며 기름, 연탄사용순으로 높았다. 가정에서는 환기의 유·무에 따라 이산화질소의 피폭농도가 좌우되는 것으로 시사되었다.
5. 질문지 건강조사결과 호흡기증상 관련 항목의 호소율은 가래가 자주 나온다에 72.1%, 머리가 아프다 68.9%, 눈이 따갑다 70.5%, 쉽게 피로를 느낀다 84.4% 등으로 대부분 호소율이 높았으며 근무(운전)기간이 많아질수록 가래, 코막힘, 두통, 눈의 따가움 등의 호소율이 현저히 증가하고 있음을 알 수 있다.
6. 택시기사의 폐기능검사결과 흡연량이 많고 운전기간이 길수록 폐기능 수치가 낮은 것으로 나타났다.

이상의 연구결과 택시기사의 이산화질소의 피

폭농도는 대기오염 및 자동차의 실내오염에 크게 영향을 받을 수 있으며, 그 결과 택시기사의 폐기능에도 영향을 줄 것으로 시사된다.

참 고 문 헌

- 1) 김윤신 : 서울시 일부지역의 실내공기오염 농도에 관한 연구, 환경과학논집, **9**, 61~66, 1988.
- 2) 김윤신 : 실내공기 오염에 관한 보건학적 고찰, 대한보건협회지, **9**, 27~37, 1983.
- 3) 김민영 : 이산화질소의 개인폭량에 관한 연구, 한국대기보건학회지, **2**, 55~72, 1986.
- 4) 박상희 : 이산화질소의 실내농도 및 개인 폭량에 관한 연구, 한양대 석사논문, 1989.
- 5) 조광래 : 도시지역 대기질 개선에 관한 연구 (II), 국립환경연구원보, **12**, 55~69, 1990.
- 6) Kim, YS and Spengler, J.D., Yanagisawa, Y. : 우리나라에 있어서 실내공기오염에 관한 연구, 대한보건협회지, **19**, 31~44, 1984.
- 7) 김용환외 5인 : Palmes Tube를 이용한 도시주택의 실내·외 이산화질소 농도에 관한 조사연구, 예방의학회지, **12**(2), 89~94, 1986.
- 8) Kim, YS and Spengler, J.D. : Respiratory symptoms of housewives exposed to gas cooking and cigarette smoking, J.K.P.h, **12**(2), 89~94, 1986.
- 9) Kim, YS and Yanagisawa, Y. : Personal, indoor and outdoor NO₂ Measurement in an urban area, J. KAPRA, **3**(2), 33~38, 1987.
- 10) J. Orehek, J. P. Massuri, et al : Effect of short-term, low level nitrogen dioxide exposure on bronchial sensitivity of asthmatic patients, J. Clin. Invest., **57**, 301~305, 1976.
- 11) 香川 順, 小構壽美子, 松本秀明 : NO₂曝露時の人の血液. 尿の生化学的指標への影響からみよな量影響關係, 日衛誌, **37**, 291~96, 1982.
- 12) 대한결핵협회, 결핵연구원 : 전국 흡연실태 조사성적, 결핵 및 호흡기질환, 31~32, 1985.
- 13) Ballenger, JJ : Experimental effect of cigarette smoke on human respiratory cilia. N. Engl. J. Med., **263**, 832~34, 1960.