

성인남성 근로자들의 호기중 일산화질소

하태규[†] · 백도명
서울대학교 보건대학원

Exhaled Nitric Oxide(NO) Among Adult Male Workers

Tae Kyu Ha[†] · Do Myung Paek

School of Public Health, Seoul National University
(Received June 20, 2003; Accepted August 25, 2003)

ABSTRACT

Nitric Oxide(NO) is produced in many organs of the body, including the lung and airways, and it is detectable in the exhaled air. The measurement of exhaled NO(eNO) provides a simple non-invasive means for measuring airway inflammation, such as asthma. We measured eNO among adult male workers to examine the distribution of eNO in healthy people and to find factors affecting eNO. We measured eNO in a sample of 921 adult workers who also performed lung function test and skin prick test. Exhaled NO was measured in a sitting posture without using a nose clip and NO free gas. NO was measured at three expiratory rates(18; 42; 71 ml/sec) and the flow rate of 71 ml/sec was used in analysis. The average eNO concentration was 5.29 ± 2.98 ppb. The level increased with age but not significantly($P=0.0529$). Exhaled NO showed positive relations to the height($P=0.0001$), pollen1($P=0.0124$), asthma history($P=0.0212$), allergic rhinitis symptom($P=0.0302$). Exhaled NO Concentration of smokers(4.62 ppb) was significantly lower than that of non-smokers(5.99 ppb; $P<0.0001$).

Keywords: Exhaled nitric oxide(eNO), Asthma, Smoke, Pollen, Skin prick test

I. 서 론

일산화질소(NO)는 무색 무취의 반응성이 강한 기체로 인체의 여러 기관에서 생성된다.¹⁻³⁾ 인체 내에서 일산화질소는 일산화질소 중합효소(NOS)의 촉매작용에 의해 산소분자와 아미노산인 L-arginine이 반응하여 생성되며^{4,5)} 혈관확장, 혈소판응집지연, 신경전달, Host defense 등의 다양한 기능을 하고 있다.^{2,4,6)} 일산화질소는 기도점막에서도 생성되어지며 호기(exhaled air)에서 측정가능한데 천식과 같은 기관지 염증질환과 관련하여 많은 연구의 대상이 되고 있다.⁷⁾ 천식이 있는 사람의 경우 호기중 일산화질소(eNO) 농도가 일반인에 비해 두드러지게 높게 측정되기 때문이다. 일반인의 경우 대부분의 eNO는 상기도에서 생성되어지고 하기도와 폐

에서 나오는 양은 미미한 것으로 알려지고 있다.³⁾

eNO의 측정은 기관지의 염증정도를 진단하고 모니터링 하는데 사용되었던 기존의 검사법들에 비해 쉽고 간편하며 지속적으로 유용하게 쓰일 수 있는 장점이 있다.^{3,8)} 그러나 기도와 폐에서 생성되는 일산화질소의 생성부위가 비특이적이기 때문에 eNO만을 측정하여 생성부위와 정도를 파악하는데 어려움이 있어 측정의 표준화와 단일화를 위한 연구가 심화되고 있는 실정이다.^{2,8-10)} 일반인을 대상으로 한 eNO의 역학연구는 해외에서도 몇몇 연구만이 진행되었을 뿐이다.¹¹⁻¹³⁾ 우리나라에서는 기관지 염증정도를 파악하기 위해 eNO를 이용하고자 하는 시도들이 없었고 서울시 은평구주민과 어린이들을 대상으로 측정한 예가 있을 뿐이다.¹⁴⁾ 본 연구를 통해 첫째 한국 성인남성 근로자들의 eNO의 분포를 파악해 보고자 하였다. 둘째, 이 연구와 수반한 건강검진과 설문내용을 토대로 호기중 일산화질소농도에 영향을 미치는 관련인자들을 파악해 보고자 하였다.

[†]Corresponding author : School of Public Health, Seoul National University
Tel: 82-2-740-8855, Fax: 82-2-743-8240
E-mail : snu-ha@hanmail.net

II. 연구방법

1. 연구대상

2002년 6월 18일부터 7월 25일까지 정유공장 근로자 921명을 대상으로 호기중 일산화질소를 측정하였다.

2. 호기중 NO 측정

1) 분석기기

측정기기는 Ecophysic사의 CLD 77 AM sp 분석기를 사용하였다. 이 장비는 chemiluminescence method를 이용하여 인체의 호기중 일산화질소를 측정하며 1 ppb 이하의 범위까지 측정 가능하다. NO calibration gas와 압축공기가 분석기의 calibration에 이용되어진다. 유량측정을 위해 알브로크사의 유량계를 이용하였다. 유량계는 bubble meter로 보정하였으며 유량계 내로 유입된 수증기의 영향을 제거하기 위해 silicagel 충전관을 부착하였다.

2) 측정방법

피검자(subject)는 의자에 앉아서 측정하였으며 코마개를 사용하지 않았다. NO free gas를 사용하지 않은 상태에서 NO 샘플라인이 연결된 마우스피스를 입에 물고 측정하였다. 피검자는 유량계에 표시되어 있는 눈금을 보면서 특정 눈금의 중심에 floating ball의 중심이 오도록 주의하면서 측정을 실시하였다. 측정 전에 심호흡을 하고 한번에 불어내는 single-breath measurements 법으로 측정하였다. 각 피검자당 18, 42, 71 ml/sec로 나누어 1회씩 측정하였다. eNO의 결과 값은 컴퓨터 모니터 상에 나타나는 연속적인 NO 곡선 중 일정하게 평형선을 형성하는 값으로 삼았다.

3) 측정개요

Fig. 1은 호기중 NO의 측정 개요도이다. 피검자가 불어낸 호기중 일부는 샘플 라인을 통해 NO 분석기로 들어가고 NO 분석기내의 반응기(reaction chamber)에서 NO와 오존이 반응하여 NO₂*가 생성되어진다. NO₂*가 안정화되는 과정에서 광자가 방출되는데 이것이 전기적으로 계수되어 호기중 NO 농도 값으로 정해진다. 이 값은 컴퓨터로 연결되어 연속적인 그래프수치로 나타난다. 피검자가 불어낸 호기중 일부는 유량계(flow meter)를 통해 호기유량을 측정한다.

3. 수반검사

1) 설문지 조사

성, 연령, 학력, 생활환경, 흡연, 음주, 운동, 기호식품, 취미생활 등에 관한 일반적인 사항을 설문하였다. 가족력, 천식력, 결핵력 등 질병력을 설문하였다. The British Medical Research Council(BMRC) Questionnaire Symptoms를 기초로 하여 호흡기 증상을 설문하였다.

2) 피부단자 검사

Allergopharma사의 피부단자 키트를 사용하여 12항원에 대한 알러지반응 검사를 하였으며 이때 항원반응이 히스타민이 피부에 일으킨 반응보다 큰 경우 반응이 있는 것으로 간주하였다.

3) 폐기능 검사

Sensormedics사의 2130 spirometer를 이용하여 폐기능 검사를 하였다. 용적보정을 위하여 매일 측정전 3L 실린지로 점검하였다. 폐기능 결과 값은 ATS의 값들을 기준으로 하여 적합성이 있는 것을 최소 3회 이상 실

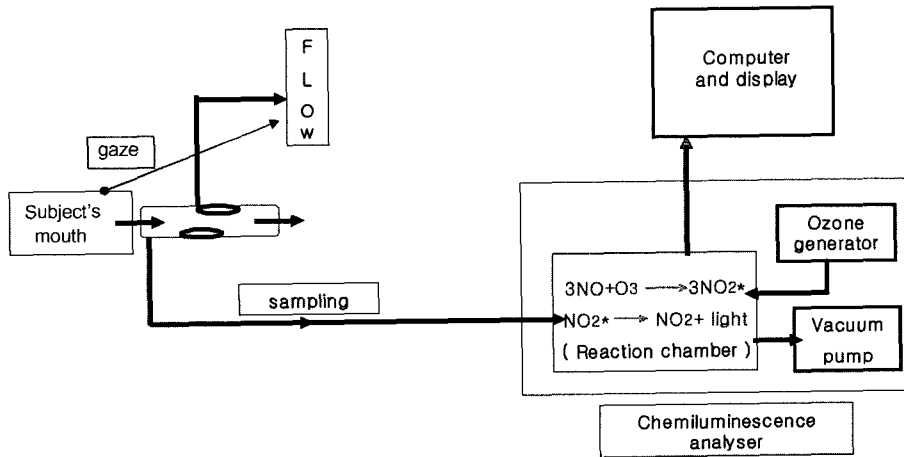


Fig. 1. Schematic illustration of exhaled NO measurements.

시하고자 하였다.

4. 통계분석

SAS 8.01 프로그램으로 분석하였다. 호기중 NO는 log 변환하여 정규분포성을 확보하였다(Shapiro-Wilk; W=0.9972; P=0.1037). logeNO와 성, 연령, 신장, 체중, 폐기능, 흡연, 음주, 피부단자, 그리고 호흡기 증상들간에 t-test, ANOVA를 하였고 이를 기초로 중회귀분석을 실행하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 호기중 NO와 호기유량과의 관계

측정결과 호기중 NO(eNO)는 18 ml/sec에서 9.38±5.67 ppb, 42 ml/sec에서 6.72±3.93 ppb, 71 ml/sec에서 5.29±2.98 ppb를 나타내었다. Fig. 2는 eNO와 호기유량과의 관계를 살펴본 것이다. eNO는 불어내는 호기유량에 따라 그 값이 달라지는데 호기유량과 eNO 값이 역비례의 관계를 나타내고 있다.

2. 연령별 호기중 NO 농도의 분포

분석은 호기유량 71 ml/sec의 값을 이용하였다. eNO는 평균 5.29±2.98 ppb의 수치를 보였다. 10세 간격으로 나누어 보았을 때 연령별로 증가추세를 보였다. logeNO와 전체연령간에 유의한 관계(p=0.0109)가 있음

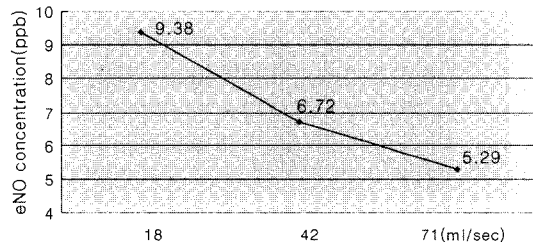


Fig. 2. Exhaled NO and flow rate.

Table 1. Exhaled NO by age

Age	N	Mean (ppb)	SD	R ²	P-value
20-29	87	4.86	2.41		
30-39	502	5.24	2.96		
40-49	265	5.34	3.02		
50-60	67	6.07	3.58		
Total	921	5.29	2.98	0.007	0.0109

α=0.05;

을 볼 수 있었다.

3. 신장, 체중과 호기중 NO와의 관계

신장이 증가할수록 eNO 농도가 높아지는 것을 볼 수 있었다(P=0.0032). 체중이 증가하는 경우에도 eNO가 증가하는 추세를 보이지만(P=0.0466) 60 kg 미만과 90 kg 이상자에서는 일관성이 없어 보인다.

4. 흡연, 음주, 운동, 주거환경과 호기중 NO와의 관계

흡연자는 비흡연자(과거흡연자포함)에 비해 eNO 값이 낮음을 볼 수 있다(P<0.0001). 그리고 음주와 eNO와는 어떠한 관련성을 보이지 않았다(P=0.8149). 규칙

Table 2. Association of exhaled NO by height and weight

	N	Mean	SD	F-value	P-value
(Height: cm)					
under159	16	4.53	2.26	8.74	0.0032
160-169	379	5.02	2.58		
170-179	478	5.51	3.31		
over180	48	5.53	2.59		
(Weight: kg)					
under59	70	5.33	3.83	3.97	0.0466
60-69	329	5.07	3.01		
70-79	377	5.37	2.61		
80-89	120	5.68	3.47		
over90	25	5.22	2.80		

P-value: The results are from the ANOVA Test between logeNO and continous variable, Height and Weight. eNO(ppb); α=0.05

Table 3. Association of exhaled NO by smoke, alcohol, exercise and dwelling area

	N	Mean	SD	value	P-value	
Smoke	Yes	449	4.62	2.68	-8.80(T) <0.0001	
	No	388	6.03	3.13		
	Much	262	5.24	2.96	0.39(F)	0.8149
Alcohol	A little	572	5.28	2.71		
	Non	42	6.06	5.61		
Exercise	Yes	318	5.54	2.81	2.51(T)	0.0123
	No	568	5.15	3.05		
Dwelling Area	Residential	627	5.38	3.06		
	Commercial	66	5.22	2.60		
	Natural	131	4.98	2.46		

α=0.05; (T):T-value; (F):F-value

Table 4. Results of lung function test

Age	Lung Function	N	Mean	SD
	FVC(L)	87	4.90	0.59
20-29	FEV1(L)	87	4.19	0.50
	FEV1/FVC(%)	87	85.71	6.06
	FVC(L)	502	4.80	0.60
30-39	FEV1(L)	502	4.04	0.50
	FEV1/FVC(%)	502	84.42	5.88
	FVC(L)	263	4.59	0.58
40-49	FEV1(L)	263	3.72	0.47
	FEV1/FVC(%)	263	81.14	5.47
	FVC(L)	67	4.33	0.61
50-60	FEV1(L)	67	3.38	0.52
	FEV1/FVC(%)	67	78.29	6.32

FVC(L):Forced vital capacity; FEV1(L):Forced expiratory volume in one second; FEV1/FVC(%):(FEV1/FVC)*100

Table 5. Association of exhaled NO with lung function

	N	Mean	SD	F-value	P-value
FVC (L)	919	4.71	0.61	7.82	0.0053
FEV1(L)	919	3.91	0.54	5.78	0.0164
FEV1/FVC(%)	919	83.15	6.16	0.78	0.3781

$\alpha=0.05$

적인 운동을 한다고 응답한 사람들이 운동하지 않는 사람들에 비해 높은 수치를 나타내었다($P=0.0096$). 주거 지역별로 나누어 eNO와의 관련성을 보았는데 관련성을 보이지 않았다($P=0.8052$).

5. 폐기능 결과

폐기능은 노력성폐활량(FVC), 1초간 노력성 폐활량(FEV1), 그리고 1초간 노력성폐활량을 노력성폐활량으로 나눈후 100을 곱한 FEV1/FVC(%)을 분석에 이용하였다. FVC, FEV1, FEV1/FVC(%) 값 모두 연령이 증가함에 따라 값이 감소추세를 보였다.

6. 폐기능과 호기중 NO와의 관계

FVC와 eNO와의 정비례관계를 볼 수 있다($P=0.0053$). FEV1과도 관련성이 있는 것($P=0.0164$)으로 나왔는데 FVC보다는 관련성이 적게 나타났다. FEV1/FVC(%)은 $P=0.3781$ 로 관련성이 없는 것으로 나타났다.

7. 피부단자와 호기중 NO와의 관계

피부단자검사와 eNO의 관계를 보았다. 꽃가루1(이른 봄철에 피는 꽃가루)항원 유반응자(5.75 ppb)가 미반응

Table 6. Association of exhaled NO with skin prick test

Allergen	Response	N	Mean	Std	T-value	P-value
DP	Yes	314	5.29	3.17	-0.18	0.8587
	No	607	5.30	2.88		
DF	Yes	333	5.48	3.29	1.36	0.1742
	No	588	5.19	2.79		
Pollen1	Yes	194	5.75	2.85	3.30	0.0010
	No	727	5.17	3.01		
Pollen2	Yes	188	5.58	2.47	2.97	0.0032
	No	733	5.22	3.10		
mould1	Yes	84	5.81	4.05	0.71	0.4769
	No	837	5.24	2.85		
mould2	Yes	79	5.11	3.32	-1.30	0.1923
	No	842	5.31	2.95		
Ragweed	Yes	83	5.87	3.74	1.31	0.1915
	No	838	5.24	2.89		
Mugwort	Yes	135	5.35	2.89	0.40	0.6872
	No	786	5.28	3.00		
Grass	Yes	46	5.78	2.90	1.46	0.1450
	No	875	5.27	2.99		
Dog	Yes	36	5.89	3.97	0.86	0.3897
	No	885	5.27	2.94		
Cat	Yes	32	6.09	3.89	1.07	0.2850
	No	889	5.27	2.94		
Cockroach	Yes	183	5.14	2.74	-0.72	0.4691
	No	738	5.33	3.04		

$\alpha=0.05$; DP:Dermatophagoides Pteronyssinus; DF:Dermatophagoides Farine; Pollen1:Early blossoming; Pollen2:Mid blossoming; Ragweed:Giant ragweed; Grass:grass pollen; Dog: Dog epithelia; Cat:Cat epithelia; Cockroach:Blatella germanica

Table 7. Association of exhaled NO with respiratory disease history

History		N	Mean	SD	T-value	P-value
Asthma	Yes	19	8.05	7.15	2.64	0.0084
	No	698	5.23	2.90		
Bronchitis	Yes	69	6.12	4.03	2.24	0.0255
	No	660	5.23	2.97		
Tuberculous	Yes	42	5.57	3.17	0.85	0.3961
	No	675	5.30	3.12		

$\alpha=0.05$

자(5.17 ppb)에 비해 약간 높은 값을 나타냈다($P=0.0010$). 꽃가루2(중간 봄철에 피는 꽃가루)항원 유반응자(5.58 ppb)도 미반응자(5.22 ppb)에 비해 약간 높은 값을 나타냈다($P=0.0032$).

8. 호흡기 병력과 호기중 NO와의 관계

천식 유병력자(8.05 ppb)는 미병력자(5.23 ppb)에 비해 높은 수치를 나타냈다(P=0.0084). 기관지염 유병력자(6.12 ppb)도 미병력자(5.23 ppb)에 비해 높게 나타났다(P=0.0255).

9. 호흡기증상과 호기중 NO와의 관계

가래증상을 보이는 사람들(4.65 ppb)이 없는 사람들(5.48 ppb)에 비해 낮은 수치를 보이고 있는데(P=0.0001) 가래가 많이 나는 사람일수록 담배를 많이 피기 때문인 것 같다(Table 9). 기침증상을 보이는 사람들(4.57 ppb)도 기침하지 않는 사람들(5.38 ppb)보다 낮은 수치를 보이고 있다(P=0.0286). 알레르기성 비염 증상을 보이는 사람들(5.77 ppb)은 비염증상이 없는 사람들(5.16 ppb)에 비해 높은 수치를 나타냈다(P=0.0182).

10. 관련변수들과의 중회귀분석 결과

logeNO와 관련변수들을 중회귀분석한 결과 흡연(P<0.0001), 신장(P=0.0001), 꽃가루1(P=0.0124)항원, 천식과거력(P=0.0212), 알레르기비염증상(P=0.0302) 순으로 관련성을 나타냈다.

Table 8. Association of exhaled NO with respiratory symptom

Symptom		N	Mean	SD	T-value	P-value
Cough	Yes	65	4.57	2.26	-2.19	0.0286
	No	822	5.38	3.06		
Phlegm	Yes	173	4.65	2.64	-3.83	0.0001
	No	709	5.48	3.09		
Asthma	Yes	34	5.67	3.97	0.18	0.8572
	No	830	5.30	2.98		
Allergic Rhinitis	Yes	262	5.77	3.66	2.37	0.0182
	No	608	5.16	2.70		
Atopy	Yes	114	5.44	3.97	0.70	0.4844
	No	751	5.29	2.79		

Table 9. Smoking rate with phlegm symptom

		Smoking rate(%)	
		Yes	No
Phlegm	Yes	81.7	18.3
	No	46.9	53.1

11. 기존 연구와의 비교

본 연구는 측정인원 921명으로 호기중 NO(eNO) 연구 중에서는 가장 대규모의 인원을 대상으로 한 역학

Table 10. Correlation between variables

	Height	Weight	FVC	FEV1	Pollen1	Pollen2
Height	(C)	1.0	0.4834	0.6353	0.5755	-0.0179
	(P)		<.0001	<.0001	<.0001	0.5886
	(N)	921	921	919	921	921
Weight	(C)		1.0	0.2992	0.2164	0.0109
	(P)			<.0001	<.0001	0.7403
	(N)		921	919	919	921
FVC	(C)			1.0	0.8469	0.0075
	(P)				<.0001	0.8204
	(N)			921	919	919
FEV1	(C)				1.0	0.0194
	(P)					0.5573
	(N)				921	919
Pollen1	(C)					1.0
	(P)					<.0001
	(N)					921
Pollen2	(C)					1.0
	(P)					<.0001
	(N)					921

(C): Pearson correlation coefficient; (P): Probability for the test about H0: Rho=0;(N): Observation number

Table 11. Results of multiple regression analysis

Parameter		Estimate	T-value	P-value
Intercept		-0.9673	-1.55	0.1204
Age		0.0051	1.94	0.0529
Height		0.0131	3.82	0.0001
Asthma	Yes	0.2676	2.31	0.0212
History	No	.	.	.
Allergic	Yes	0.0890	2.17	0.0302
Rhinitis	No	.	.	.
Smoke	Yes	-0.2636	-7.17	<0.0001
	No	.	.	.
Pollen 1	Yes	0.1136	2.51	0.0124
	No	.	.	.

연구이다. 많은 인원을 비교적 짧은 기간에 측정하는 과정에서 NO free gas를 사용하지 않았다. 대기중 NO는 40 ppb 미만일 때에는 eNO 농도에 영향을 주지 않는 것으로 알려져 있는데^{8,11,15} 측정당시 NO 분석기의 대기중 NO 농도는 20 ppb 미만을 유지하였으며 대부분의 경우 5 ppb 미만의 상태에서 eNO를 측정하였다. 또한 부비동(paranasal sinuses)에서 나오는 nasal NO의 영향을 제거해 주기 위해 코마개를 하는 경우도 있는데 본 연구에서는 코마개를 사용하지 않았다. 코마개의 사용이 오히려 호기 NO에 영향을 미친다는 견해도 있으며¹⁶ 일정압력(5-20 Cm H₂O)으로 불어내면 연구개가 자동적으로 닫히어 코로부터 영향받는 것을 막아준다는 사실들이 최근 연구들에서 밝혀졌다.^{8,17,18}

eNO는 불어내는 호기유량에 영향을 받는데^{9,18,23} 측정결과 호기유량과 eNO 농도와 반비례관계에 있음을 확인할 수 있었다. Table 12는 기존의 결과들과 비교해 본 표이다. 유량별로 비슷한 값들과 비교해 보면 이번 연구의 결과가 전반적으로 낮은 값임을 알 수 있다. 71 ml/sec로 불어낸 eNO값(5.3 ppb)과 100 ml/sec의 속도로 동일장비로 측정했던 Ha *et al.*(7.9 ppb)과 비교해 볼 때도 낮은 값임을 알 수 있다. 각각의 연구방법과 측정조건에 따라서 결과 값이 다른 것을 볼 때 측정의 표준화와 연구결과들의 비교기준설정이 필요함을 알 수 있다.^{8,9}

연령이 증가할수록 eNO 값도 증가추세를 보였지만 중회귀분석에서는 유의하지 않았다(P=0.0529). 신장이 커질수록 호기중 NO 농도가 유의하게 증가하였다(P<0.0001). 일산화질소는 기도점막에서 생성되는데 일 반인에 있어 신장이 기도점막의 평균면적과 비례하기 때문에 신장이 증가할수록 eNO가 증가하는 것 같다. 이것은 FVC나 FEV1과의 비례하는 정도를 보아도 알

Table 12. Comparison of exhaled NO with other researches

Author	eNO (ppb)	Flow rate or Pressure	Subject Age (N)
Artlich <i>et al.</i> ²⁴⁾	7.2	no	6-10(17)
Salome <i>et al.</i> ¹³⁾	7.8	no	no(192)
Baraldi <i>et al.</i> ^{11,25)}	8.7	3-4 cm H ₂ O	6-15(47)
	10.3	10 cm H ₂ O(=50 ml/s)	
Franklin <i>et al.</i> ¹²⁾	8.5	15 cm H ₂ O(=75 ml/s)	7-13(157)
	7.4	20 cm H ₂ O(=100 ml/s)	
Tsang <i>et al.</i> ²⁶⁾	35.4	10 cm H ₂ O	48 ± 17(60)
	25.8	42 ml/s	
Deykin <i>et al.</i> ²⁷⁾	12.6	108 ml/s	27 ± 1(17)
Ha <i>et al.</i> ¹⁴⁾	7.9	100 ml/s	37 ± 18(491)
	9.4	18 ml/s	
Our Results	6.7	42 ml/s	34 ± 7(921)
	5.3	71 ml/s	

수 있다. ANOVA test에서 FVC(P=0.0015), FEV1(P=0.0066)은 신장(P=0.0008)과 비슷한 결과를 보이며 eNO와 비례의 관계에 있음을 볼 수 있었다.

흡연자(4.62 ppb)의 경우 비흡연자(5.99 ppb)에 비해 낮은 값(P<0.0001)을 보였는데 이는 기존의 연구와 일치하는 값이다.⁸ 음주와 주거지역은 eNO와 무관하였으며 규칙적인 운동을 하는 사람(5.54 ppb)의 경우 하지 않는 사람에 비해 약간 높은 수치(5.15 ppb)를 보였지만 중회귀분석에서는 관련성을 보이지 않았다.

피부단자검사와의 관련성에서는 꽃가루항원이 관련성을 나타내었다. 이른 봄철에 피는 꽃가루항원(P=0.0010)과 중간봄철에 피는 꽃가루항원(P=0.0032) 모두 eNO에 영향을 주는 것으로 나타났다. 중회귀분석에서는 검정력을 높이기 위해 꽃가루1과 상관성이 높은 꽃가루2(피어는 상관계수:0.79)를 배제시켰지만 꽃가루2 역시 eNO에 영향을 주는 요인으로 볼 수 있겠다. 꽃가루 항원은 천식이나 알레르기성 비염 등에 영향을 주는 인자로 알려져 있는데 측정대상 근로자들이 봄철 꽃가루 항원에 노출되고 있으며 민감한 반응을 보이고 있음을 알 수 있다.

호흡기병력과 관계에서는 천식병력이 있는 사람(8.05 ppb)이 병력이 없는 사람에 비해(5.23 ppb) 높게 나타남을 확인할 수 있었다(P=0.0084). 기관지염이 있었던 사람(P=6.12 ppb)도 없었던 사람(P=5.23 ppb)보다 약간 높게 나타남을 볼 수 있었다(P=0.0255).

호흡기증상과의 면에서는 가래증상이 있는 사람(4.65 ppb)이 없는 사람(P=5.48 ppb)보다 낮게 나왔는데(P=0.0001) 이는 가래증상이 많은 사람들이 대개 담배

를 피우기 때문인 것으로 보인다. 천식증상이 있다고 대답한 설문내용과의 관련성은 eNO와 전혀 무관한 것으로 나왔다(P=0.8572). 설문내용만을 가지고 잠재적인 천식환자를 찾아내는 것이 쉽지 않은 일임을 볼 수 있었다. 천식증상을 올바르게 반영할만한 연구방법과 설문문의 개발이 요구됨을 느낄 수 있다.

알레르기성 비염증상이 있는 사람(5.77 ppb)은 없는 사람(5.16 ppb)에 비해 약간 높은 수치를 보였다(P=0.0182). 알레르기성 비염이 있다고 해서 항상 eNO 농도가 높아지는 것은 아니지만 기존에 알려진 연구결과들과 일치한다고 볼 수 있다.

중회귀분석 결과, 흡연과 신장, 꽃가루항원, 천식과거력, 알러지비염증상에서 eNO와 관련이 있는 것으로 나타났다. 흡연(P<0.0001)이 eNO와 가장 관련이 높았으며 신장(P=0.0001), 꽃가루항원1(P=0.0124), 천식과거력(P=0.0212), 알레르기성비염증상(0.0302)과도 관련성이 있는 것으로 나타났다. 연령(P=0.0529)은 통계적으로 유의하진 않았지만 eNO에 영향을 줄 수 있는 요인들로 고려해 볼 수 있겠다. 천식의 병력과 천식 유발요인인 흡연과 꽃가루항원이 유의한 값을 보인 것을 볼 때 eNO가 천식을 나타내주는 좋은 지표임을 볼 수 있었다. 본 연구를 통해 한국 성인남성들의 eNO 농도의 분포를 파악하고 이에 영향을 주는 인자들을 살펴볼 수 있었다. 다만 eNO 농도는 불어내는 속도에 따라 달라지고 분석기의 민감도에 따라 달라질 수 있음을 고려할 때 eNO 농도의 기준값으로 삼기에는 고려의 여지가 있다고 본다. 그러나 차후에 있을 연구에 좋은 기초자료로 활용 가능하리라 여겨진다.

IV. 결 론

본 연구는 정유업 관련업무에 종사하는 성인남성 근로자들의 호기중일산화질소(eNO)를 측정하여 그 분포를 파악하고 이를 통해 한국성인남성들의 eNO를 살펴보고자 하였다. 또한 eNO에 영향을 미치는 관련인자들을 파악해 보고자 하였다. 연구결론은 다음과 같다.

1. 성인남성 근로자 921명의 eNO를 측정하였는데 평균 5.29±2.98 ppb의 값을 나타냈다. 연령별로는 연령증가와 더불어 eNO 농도가 증가하는 추세를 보였지만(20대:4.86 ppb 30대:5.24 ppb 40대:5.34 ppb 50대:6.07 ppb) 통계적으로 유의하지는 않았다(P=0.0529).

2. eNO는 신장(P=0.0032), FVC(P=0.0053), FEV1(P=0.0164), 체중(P=0.0466)과의 연관성을 보였다. 이 변수들은 기관지 점막의 면적에 관여하는 변수들이라고 볼 수 있는데 이들 중 신장이 가장 대표성을 나타

내는 변수로 나타났다.

3. 피부단자검사와의 관련성에서 단순회귀분석결과 꽃가루1(5.75 ppb; P=0.0010)과 꽃가루2(5.58 ppb; P=0.0032)항원이 있는 사람의 경우에서 없는 사람(각각 5.17 ppb, 5.22 ppb)보다 모두 높게 나타났다. 중회귀분석에서는 꽃가루1(P=0.0124)만이 관련성이 있는 것으로 나왔는데 꽃가루2의 경우 꽃가루1과 상관성이 높아(피어슨 상관계수:0.79) 비록 통계적으로는 유의하지 않더라도 eNO에 영향을 줄 수 있는 인자로 생각해 볼 수 있을 것이다.

4. 호흡기 병력과 관련하여서는 천식과거력이 있는 사람(8.05 ppb) 없는 사람(5.23 ppb)에 비해 높은 수치를 나타냈다(P=0.0212).

5. 호흡기 증상과 관련하여서는 알레르기성 비염증상을 보이는 사람들(5.77 ppb)은 비염증상이 없는 사람들(5.16 ppb)에 비해 높은 수치를 나타냈다(P=0.0302).

6. 흡연자(4.62 ppb)는 비흡연자(5.99 ppb)에 비해 낮은 수치를 나타내었으며(P<0.0001) 모든 변수들 가운데서 eNO 농도에 가장 큰 영향을 미치는 변수로 나타났다.

참고문헌

1. Landry, J. S. and Eidelman, D. : Nitric oxide, oxidants, and asthma. RT international, spring, 19-24, 2001.
2. Lundberg, J. O. N. : Airborne nitric oxide: Inflammatory marker and aerocrine messenger in man. Acta Physiologica Scandinavica, Supplementum, 633, 1996.
3. Lundberg, J. O. N., Weitzberg, E., Lundberg, J. M. and Alving, K. : Nitric oxide in exhaled air. Eur. Respir J., 9, 2671-2680 1996.
4. Gaston, B., Drazen, J. M., Loscalzo, J. and Stamler, J. S. : The Biology of nitrogen oxides in the airways. AJRCCM, 149(2), 538-551, 1994.
5. Zapol, W. M. and Bloch, K. D. : Nitric oxide and the lung, Vol 98, Marcel Dekker Inc, New York, 1997.
6. Morris, N. H., Sooranna, S. R., Steer, P. J. and Warren, J. B. : The effect of the menstrual cycle on exhaled nitric oxide and urinary nitrate concentration. Eur. J. of Clinical Investigation, 26, 481-484, 1996.
7. Lundberg, J. O. N., Lundberg, J. M., Alving, K. and Weitzberg, E. : Nitric oxide and inflammation: The answer is blowing in the wind. Nature Medicine, 13(1), 30-31, 1997.
8. Kharitonov, S., Alving, I. and Barnes, P. J. : Exhaled and nasal nitric oxide measurements: recommendations Eur. Respir J., 10, 1683-1693, 1997.
9. American Thoracic Society. : Recommendations for standardized procedures for the online and offline

- measurement of exhaled lower respiratory nitric oxide and nasal nitric oxide in adults and children-1999. *AJRCCM*, **160**, 2104-2117, 1999.
10. Dillon, W. C., Hampl, V., Shultz, P. J., Rubins, J. B., and Archer, S. L. : Origins of breath nitric oxide in humans. *Chest*, **110**, 930-29, 1996.
 11. Baraldi, E., Azzolin, N. M., Dario, C., Carra, S., Ongaro, R., Biban, P. and Zacchello, F. : Effect of atmospheric nitric oxide(NO) on measurements of exhaled NO in asthmatic children. *Pediatric Pulmonology*, **26**, 30-34, 1998.
 12. Franklin, P. J., Taplin, R. and Stick, S. M. : A community study of exhaled nitric oxide in healthy children. *AJRCCM*, **159**(1), 69-73, 1999.
 13. Salome, A. M., Roberts, A. M., Brown, N. J., Dermand, J., Marks, G. B. and Woolcock, A. J. : Exhaled nitric oxide measurements in a population sample of young adults. *AJRCCM*, **159**(3), 911-916, 1999.
 14. 하태규, 이선화, 김상섭, 백도명 : 한국인의 호기종 일산화질소의 농도. 국민보건연구소 연구논총, **12**, 63-68, 2001.
 15. Corradi, M., Pelizzoni, A., Majori, M., Cuomo, A., de'Munari, E. and Pesci, A. : Influence of atmospheric nitric oxide concentration on the measurement of nitric oxide in exhaled air. *Thorax*, **53**, 673-676, 1998.
 16. Rubinstein, I., Boucher, M. R., Zamel, N., Fredberg, J. J. and Hoffstein, V. : Effect of mouthpiece, nose-clips, and head position on airway area measured by acoustic reflections. *J. Appl. Physiol*, **63**, 1469-1474, 1995.
 17. Hogman, M., Stromberg, S., Schedin, U., Frostell, C., Hedenstierna, G. and Gustafsson, L. E. : Nitric oxide from the human respiratory tract efficiently quantified by standardized single breath measurements. *Acta Physiol Scand*, **159**, 345-346, 1997.
 18. Silkoff, P. E., McCleam, P. A., Slutsky, A. S., Furlott, H. G., Hoffstein, E., Wakita, S., Chapman, K. R., Szalai, J. P. and Zamel, N. : Marked flow-dependence of exhaled nitric oxide using a new technique to exclude nasal nitric oxide. *AJRCCM*, **155**, 260-267, 1997.
 19. Hogman, M., Drca, N., Ehrstect, C. and Merilainen, P. : Exhaled nitric oxide partitioned into alveolar, lower airways and nasal contributions. *Respir. Med.*, **94**, 985-991, 2000.
 20. Jorres, R. A. : Modelling the production of nitric oxide within the human airways. *Eur. Respir. J.*, **16**, 555-560, 2000.
 21. Lehtimaki, L., Kankaanranta, H., Saarelainen, S., Hahtola, P., Jarvenpaa, R., Koivula, T., Turjanmaa, V. and Moilanen, E. : Extended exhaled NO measurement differentiates between alveolar and bronchial inflammation. *AJRCCM*, **163**, 1557-1561, 2001.
 22. Pedroletti, C., Zetterquist, W., Nordvall, L. and Alving, K. : Evaluation of exhaled nitric oxide in school-children at different exhalation flow rates pediatric res., **52**(3), 393-398, 2002.
 23. Tsoukias, N. M. and George, S. C. : A two-compartment model of pulmonary nitric oxide exchange dynamics. *The American Physiological Society*, 8750-7587, 1998.
 24. Artlich, A., Hagenah, J. U., Jonas, S., Ahrens, P. and Gortner, L. : Exhaled Nitric oxide in childhood asthma. *Eur. J. Pediatr.*, **155**, 698-701, 1996.
 25. Baraldi, E., Azzolin, N. M., Cracco, A. and Zacchello, F. : Reference values of exhaled nitric oxide for healthy children 6-15 years old. *Pediatric Pulmonology*, **27**, 54-58, 1999.
 26. Tsang, K. W., Ip, S. K., Leung, R., Tipoe, G. L., Chan, S. L., Shum, I. H., Ip, M. S., Yan, C. Fung, P. C., Chan-Yeung, M. and Lam, W. : Exhaled nitric oxide of age, gender and body size. *Lung*, **179**, 83-91, 2001.
 27. Deykin, A., Massaro, A. J., Drazen, J. M. and Israel, E. : Exhaled nitric oxide as a diagnostic test for asthma. *AJRCCM*, **165**, 1597-1601, 2002.