

□ 원 저 □

황사기간 중 천식 환자에서 대기 중 미세먼지(PM₁₀)가 최대호기 유속과 호흡기 증상에 미치는 영향

가천의과대학교 호흡기내과, 한림대학교 의과대학 산업의학과*

박정웅, 임영희, 경선영, 안창혁, 이상표, 정성환, 주영수*

=Abstract=

Effects of Ambient Particulate Matter(PM₁₀) on Peak Expiratory Flow and Respiratory Symptoms in Subjects with Bronchial Asthma During Yellow Sand Period

Jeong Woong Park, M.D., Young Hee Lim, M.D., Sun Young Kyung, M.D.,
Chang Hyeok An, M.D., Sang Pyo Lee, M.D.,
Seong Hwan Jeong, M.D., Young-Su Ju, M.D.*

Department of Internal Medicine, Gachon Medical School, Gil Medical Center, Incheon, Korea

*Department of Occupational and Environmental Medicine,

Hallym University Sacred Heart Hospital, Seoul, Korea

Background : Ambient particles during Asian dust events are usually sized less than 10 μ m, known to be associated with the adverse effects on the general populations. But, there has been no considerable evidence linking these particles to the adverse effects on airways. The objectives of this study was to investigate the possible adverse effects of Asian dust events on respiratory function and symptoms in subjects with bronchial asthma.

Patients and Methods : From march to June 2002, Asthmatic patients who were diagnosed with bronchial challenge test or bronchodilator response were enrolled. We divided them into three groups; mild, moderate, and severe, according to the severity. Subjects with other organ insufficiency such as heart, kidney, liver, and malignancy were excluded. All patients completed twice daily diaries and recorded peak flow rate, respiratory symptom, and daily activity. Daily and hourly mean pollutant levels of particulate matter <10 μ m in diameter(PM₁₀), nitrogen dioxide(NO₂), sulphur dioxide(SO₂), ozone(O₃) and carbon monoxide(CO) were measured at the 10 different monitoring sites.

본 연구는 한국과학재단 목적기초연구(R05-2002-000-01294-0)지원으로 수행되었음.

Address for correspondence :

Seong Hwan Jeong, M.D.

Department of Internal Medicine, Gachon Medical School, Gil Medical Center, Incheon, Korea

1198 Kuwol-dong, Namdong-ku, Incheon, 405-760, Korea

Phone : (+82-32) 460-3818 Fax : (+82-32) 469-4320 E-mail : jsw@ghil.com

Results : Dust events occurred 14 times during the study period. Daily averages of 4 air pollutant were measured with an increased level of PM₁₀, decreased level of NO₂ and SO₂, and no change in CO during dust days compared to those during control days. An increase in PM₁₀ concentration was associated with an increase of subjects with PEF variability of >20% ($p<0.05$), night time symptom($p<0.05$), and a decrease in mean PEF ($p<0.05$), which were calculated by the longitudinal data analysis. Otherwise, there was no association between PM₁₀ level and bronchodilator inhaler, and daytime respiratory symptoms.

Conclusions : This study shows evidence that ambient air pollution, especially PM₁₀, during Asian dust events, could be one of the many aggravating factors at least in patients with airway diseases. This data can be used as a primary source to set up a new policy on air environmental control and to evaluate the safety of air pollution index. We also expect that this research will help identify precise components of dust, which are more linked to the adverse effects. (*Tuberculosis and Respiratory Diseases* 2003, 55:570-578)

Key words : Asian dust, Bronchial asthma, PM₁₀.

서 론

먼지는 다양한 크기, 구성 그리고 발생원을 가지고 있는 대기오염 물질로 그 구성은 대부분 화석연료의 연소과정에서 배출되는 것으로 공단이나 차량 등 인위적인 환경오염에서 비롯된다. 그러나 최근 국내에서는 자연 환경 자체에 의한 대기 오염도 상당히 심각한데 그 중 하나가 삼국시대부터 기록이 이어진 황사현상이다¹. 황사는 기상학적인 이유로 건조기인 봄철에 주로 발생하며 한반도는 황사의 주요 피해국으로, 크기가 큰 입자들은 발원지(중국과 몽고의 사막지대, 황하 중류의 황토고원)나 주변에 머물고 국내에 유입되는 황사의 크기는 대개 10 μ m이하의 미세먼지(particulate matter 10 : PM₁₀)이다. 미세먼지는 흡입이 가능한 입자의 크기여서 하부기관지 및 폐의 가스-교환부분까지 침착하여 호흡기계에 손상을 일으킬 수 있다². 우리나라는 황사먼지의 측정치로 1995년부터 총먼지(Total suspended particle: TSP) 대신 PM₁₀을 측정하고 있다.

대기오염이 호흡기계에 악영향을 미친다는 것은 비교적 잘 알려져 있는데 오존, PM₁₀이 증가하는 경우 천식 발작 위험도가 증가한다는 연구와³, 이산화황과 총부유분진이 증가하면 소아 천식 발생의 빈도가 높다는 국내의 보고가 있다⁴. 국외에서도 이산화황, 오존 등의 증가는 최대호기 유속의 경한 감소, 호흡기 증상의 악화와 관련이 있다는 보고가 있었다^{5,7}. 또 다른 연구에서는 최대호기 유속과 PM₁₀을 포함한 대기오염지수는 상관성이 보이지 않았지만 일부 주관적인 증상의 호소는 더 많았다고 하였다⁸. 그러나 황사시 대기오염물질이 호흡기계에 미치는 영향을 객관적으로 증명한 바는 거의 없었다. 최근 중국의 경제 개발과 동반된 급속한 산업화는 황사 자체의 토양성분의 오염물질과 더불어 2차 대기오염물질의 유입에 의한 폐해도 우려되고 있는 실정이다.

이에 연구자들은 천식으로 확진된 환자를 대상으로 황사시 PM₁₀, 이산화황(SO₂), 오존(O₃), 일산화탄소(CO), 이산화질소(NO₂)등 대기오염물질이 호흡기증상 및 폐기능에 미치는 영향을 알아보고

자 하였다.

대상 및 방법

1. 대상 환자

본 연구는 2002년 3월2일부터 6월 14일까지 시행되었으며, 대상 환자는 인천광역시에서 거주하며 가천의대 길병원 호흡기내과에 등록된 만 16세-75세의 성인 환자로, 기침, 호흡곤란, 천명등 천식에 합당한 증상이 있으며, 메타폴린 기관지 유발검사 결과(변형된 Chai방법)가 PC20 <25 mg/ml이거나 기관지 확장제 흡입 후 FEV1이 15%이상 증가하는 경우로 하였다. 그러나 신부전, 심부전 등 폐 이외의 기타 장기 부전 환자, 폐의 악성 종양 환자, 치유되지 않은 폐결핵 환자, 최근 3개월 이내에 흡연이나 금연을 시작한 환자는 제외하였다. 대상환자 모두에서 53종의 혼한 흡입성 항원으로 피부단자시험을 시행하여 황사이외의 천식을 악화시킬 수 있는 흡입성 항원을 조사하였다. 대상 환자의 중증도는 국제 학회의 기준에 따라 경증, 중등증, 중증군으로 나누어 분석하였다.

2. 피험자 일일 기록카드의 작성

1) 최대 호기유속(Peak Expiratory Flow Rate: PEFR) 측정

대상 환자는 호기유속측정기(The Mini-Wright CAT NO 310300)를 이용하여 매일 최소 2회 이상의 최대호기 유속을 측정하여 기록하도록 하였으며, 최대 호기유속 및 이의 변동률(PEFR variability)은 폐 기능 변화의 객관적 지표로 사용하였다. 최대 호기유속 변동률 다음의 공식으로 구하였다.

PEFR variability

$$= \frac{\text{MaximumPEFR} - \text{MinimumPEFR}}{1/2(\text{MaximumPEFR} + \text{MinimumPEFR})} \times 100$$

2) 호흡기증상은 야간 증상, 증상 점수를 기록하도록 하였으며, 속효성 기관지 확장제 사용회수, 실외 활동량, 증상 악화시 처치 내용 등을 작성하도록 교육 하였다.

증상점수(Symptom scoring: Symptom scale)

0 : 하루 동안 아무 증상도 없었다

〈부록〉 피험자 일일 기록카드

측정 일수	날짜 월/일	천식으로 인해 밤 동안 몇 번 깨었습 니까?	지난24시간 동안 귀하의 천식은 어떠하였습니까? (증상점수)	최대 호기유속 측정치(L/min)			지난 24시간 동안 천식 증상의 완화를 위해 벤토린을 몇 회 사용하였습니까?	지난 24시간 동안 천식으로 인해 병원을 갔습니까?	천식으로 인해 지난24시간 동안 활동에 제한을 받았습니까?	지난 24시간 동안 천식으로 인해 학교, 직장 또는 기타 일상적 활동을 못한 적이 있습니까?
				아침	점심	저녁				
예>	4 / 5	1	0, 1, 2, 3, 4, 5	350	300	400	3	예, 아니오	예, 아니오	예, 아니오
1	/		0, 1, 2, 3, 4, 5					예, 아니오	예, 아니오	예, 아니오
2	/		0, 1, 2, 3, 4, 5					예, 아니오	예, 아니오	예, 아니오
3	/		0, 1, 2, 3, 4, 5					예, 아니오	예, 아니오	예, 아니오
4	/		0, 1, 2, 3, 4, 5					예, 아니오	예, 아니오	예, 아니오
5	/		0, 1, 2, 3, 4, 5					예, 아니오	예, 아니오	예, 아니오
6	/		0, 1, 2, 3, 4, 5					예, 아니오	예, 아니오	예, 아니오
7	/		0, 1, 2, 3, 4, 5					예, 아니오	예, 아니오	예, 아니오

- 1 : 하루 동안 한번의 짧은 증상이 있었다.
- 2 : 하루 동안 2회의 짧은 증상이 있었다.
- 3 : 거의 하루 내내 증상이 있었으나 정상적인 일상 활동에 영향을 끼치지 않았다.
- 4 : 거의 하루 내내 증상이 있었으며 정상적인 일상 활동에 영향을 끼쳤다.
- 5 : 증세가 심하여 외출 또는 정상적인 일상 활동을 할 수 없었다.

3) 외래 방문 계획

연구 기간동안 환자는 평소와 같이 한달에 한번 병원에 내원하도록 하고, 평소 사용하던 항천식 약물은 그대로 사용하도록 하였다. 단, 나빠지는 경우 응급 구조제를 사용할 수 있으며, 천식 환자의 최대호기유속에 따른행 동지침에 따라 언제든지 병원에 내원하도록 하였다. 모든 환자는 2주 간격으로 전화로 추적하였다.

3. 황사 및 PM₁₀등 각종 오염지수의 수집

인천광역시 내의 계양동, 구월동, 논현동, 송해면, 만석동, 부평동, 석모리, 송의동, 신흥동, 연희동 등 10군데의 환경 측정소에서 측정한 PM₁₀, SO₂, O₃, CO, NO₂등 대기오염물질의 대기 오염지수를 수집하였다. 황사발생, 기온과 습도는 기상청 기상연구

Table 1. Characteristics of study subjects

Characteristics	Data
Male/Female	31/33
Age	46.1±4.1
Atopic/non-atopic	22/40
Smoker	
current	13
ex	8
non	43
FEV1(L)	2.2±0.9(0.72-4.70)
FEV1(% of Pred)	71.5±24.9(27-119)
PEF variability(%)	6.0(0-93)

FEV1=forced expiratory volume in one second,
PEF=peak expiratory flow

소의 협조로 자료를 수집하였다.

4. 통계처리

본 연구의 자료 관리는 주로 SAS version 6.12 (SAS Institute Inc., 1996)를 이용하였으며, 추적관리 자료가 연속변수인 경우 Mixed model을 적용하였으며, 이진수(binary term)의 자료로 정리되는 변수는 generalized estimating equations(GEEs) 적용하여 분석하였다. General Additive Poisson Model (GAM)에 적합시켜 분석하는 것은 S-plus 4.0 for windows를 이용하였다. Probability value는 0.05 미만을 유의한 것으로 판정하였다.

Table 2. Daily averages of air pollution levels

Variables ^a	Dust days	Control days
PM ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	188.5±163*	60.0±19.9
SO ₂ (ppm)	0.0052±0.0010	0.0069±0.0019**
NO ₂ (ppm)	0.0207±0.0075	0.0316±0.0019**
CO(ppm)	0.6462±0.0945	0.6368±0.1522
O ₃ (ppm)	0.2364±0.0067	0.0251±0.0068
Temperature(°C)	8.9±1.9	14.9±5.3**
Humidity(%)	67.6±14.1	65.6±14.3

^a : Values are 24-h average

* : $p<0.05$, ** $p<0.01$, using t test

결 과

1. 연구대상 환자의 특성

대상 환자는 69명중 피험자 일일 기록카드작성을 완성하지 않은 5명을 제외한 64명이었으며, 남자 31명, 여자 33명으로 평균 연령은 46.1 ± 14.1 세이었고, 1 초시 강제 호기량(forced expiratory volume in 1 second : FEV1) 평균값은 2.2 ± 0.9 L, FEV1%는 $71.5 \pm 24.9\%$ 이었다(Table 1).

2. 황사 기간 중 대기 오염물질의 측정치

연구 기간 중 황사 발생일은 총 14일이었으며, 황사 기간 중에 PM_{10} 값은 비황사 기간 보다 높았으며($p < 0.05$), NO_2 와 SO_2 의 평균 측정치는 비황사

기에 높게 측정되었다(Table 2). 하지만 이 두가지 물질 모두 국제 대기 환경 기준치 이하이었다.

3. 대기 오염물질의 최대 호기유속 변동률 및 평균 최대호기유속에 대한 영향

황사 발생기에 폐기능 검사 항목 중에 최대 호기 유속의 1일 변동률이 20%이상인 환자들에 대한 각 대기오염 물질의 영향을 generalized additive poisson model을 이용하여 분석해 보면, PM_{10} 이 상대위험도가 1.05(95% C.I. 0.89-1.24)이며, CO가 1.43(95% C.I. 0.54-3.75)이었다(Table 3). 이를 generalized estimating equations을 이용하여 분석해 보면 PM_{10} , CO 가 유의 하게 최대 호기유속 변동률에 영향을 미치고 있었다($p=0.01$)(Table 4). 또한 1일 평균 호기유속에 대한 각 대기 물질의 영향은

Table 3. Coefficient (S.E.)and relative risk from GAM of PEFR variability(>20%) and night symptoms on air pollutants*

Air pollutants	PEFR var (> 20%)		Night symptom	
	Coefficient(S.E.)	RR(95% C.I.)	Coefficient(S.E.)	RR(95% C.I.)
PM_{10}	0.00048(0.00083)	1.05(0.89-1.24)	0.00046(0.00055)	1.05(0.94-1.17)
O_3	-1.42005(9.94064)	0.98(0.81-1.18)	4.27634(6.15162)	1.04(0.93-1.18)
SO_2	-27.4317(36.9989)	0.76(0.37-1.56)	-6.00831(24.1954)	0.98(0.59-1.51)
CO	0.36191(0.48993)	1.43(0.54-3.75)	-0.02519(0.32877)	0.98(0.51-1.86)
NO_2	0.03642(7.45512)	1.00(0.86-1.16)	-1.96742(4.78356)	0.98(0.89-1.08)

S.E. =standard error, RR=relative risk, GAM=generalized additive poisson model

*See Table 2 for each unit of air pollutants.

Table 4. Coefficient (S.E.) from GEEs of PEFR variability (>20%) and night symptoms on air pollutants in all subject*

Air pollutants	PEFR var (> 20%)		Night symptom	
	Coefficient(S.E.)	p Value	Coefficient(S.E.)	p Value
PM_{10}	0.0012(0.0005)	0.01	0.0007(0.004)	0.04
O_3	-8.4162(8.2904)	0.31	3.5780(5.0020)	0.47
SO_2	-10.6217(27.5844)	0.70	-22.1735(16.0230)	0.16
CO	0.9737(0.3187)	0.01	-0.0180(0.3654)	0.96
NO_2	-1.6862(5.2739)	0.74	-4.3262(2.9467)	0.14

S.E.=standard error, GEEs=generalized estimating equations

*See Table 2 for each unit of air pollutants.

Table 5. Coefficient(S.E.) from Mixed model of mean PEFR on air pollutants in all subject*

Air pollutants	Mean PEFR (L/min)	
	Coefficient(S.E.)	p Value
PM ₁₀	-0.0115(0.0047)	0.01
O ₃	74.1420(55.533)	0.18
SO ₂	-53.6349(190.47)	0.77
CO	-10.1030(2.7146)	0.01
NO ₂	22.3545(37.1466)	0.54

S.E.=standard error

*See Table 2 for each unit of air pollutants.

PM₁₀과 CO가 영향을 미치는 것으로 나타났다 (Table 5). 하지만 CO 농도는 비황사시와 차이가 없어 황사에 의한 영향은 배제할 수 있었다.

4. 대기 오염물질의 야간증상에 대한 영향

황사 발생기에 기관지 천식환자에서 야간증상(수면장애)에 대한 각 대기오염물질의 영향을 generalized additive poisson model을 이용하여 분석해 본 결과 PM₁₀이 상대위험도가 1.05 (95% C.I. 0.94-1.17), O₃가 1.04(95% C.I. 0.93-1.18)이며 (Table 3), generalized estimating equations을 이용하여 분석해 보면, PM₁₀ 만이 유의하게 영향을 미치고 있었다 ($p=0.04$) (Table 4).

5. 천식의 증등도에 따른 평균 호기유속에 대한 대기오염물질의 영향

황사기에 천식의 증등도에 따른 각 대기오염물질의 평균 호기유속에 대한 영향은 경증의 천식 환자군에서 PM₁₀이 영향을 미치고 있었다(Table 6).

고 찰

많은 역학 연구 결과들은 대기 환경의 오염이 호흡기계통에 영향을 미치고 있음을 보여 주고 있다. 특히, O₃, SO₂, NO₂, PM₁₀들은 기도 염증을 일으켜 기도의 조직학적 변화를 일으킬 수 있다고 보고하고 있다⁹. 이러한 대기 오염물질은 지역적, 환경적, 시대적인 상황에 따라 변해 왔는데, 산업화에 의한 석탄,목재,석유의 연료화와 자동차의 증가는 이러한 대기오염물질의 주된 생산원이 되고 있다. 한편, Asian dust로 알려진 황사는 대표적인 자연 대기오염원으로 중국과 몽고의 사막지대와 황하강유역의 황토지대에서 저기압 발생이나 통과시 지형적인 효과에 의한 난류로 인해 토양 입자가 공중에 비양하여 이동, 낙하하는 현상으로¹ 한번 발생되면 수백, 수천 킬로미터의 중장거리를 이동하여 중국, 한반도, 일본지역 등에 광범위하게 영향을 미치며 최근에는 북미 서해안 까지 도달하는 것이 확인되었다. 황사의 주성분은 Si계통의 모래와 토

Table 6. Effect of air pollutants on mean PEFR according to asthma severity in all subjects*

Air pollutants	Mean PEFR (L/min)		
	Mild(n=22)	Moderate(n=22)	Severe(n=20)
PM ₁₀	0.01	0.24	0.56
O ₃	0.53	0.58	0.17
SO ₂	0.76	0.59	0.92
CO	0.052	0.01	0.29
NO ₂	0.22	0.57	0.43

Data are presented as p value

*See Table 2 for each unit of air pollutants.

양, Al, Ca, Fe등의 광물성 물질이 대부분이지만¹⁰ 중국의 급속한 공업화로 인위적인 오염물까지 유입될 것으로 예상되고 있다. 황사먼지의 크기는 $0.1\mu\text{m} \sim 20\mu\text{m}$ 로 $2.5\mu\text{m}$ 이하의 fine particles($\text{PM}_{2.5}$)과 $0.1\mu\text{m}$ 이하의 ultrafine particle를 포함하고 있는데, 최근 대표적인 미세입자인 titanium dioxide (TiO_2)이 폐의 대식세포에 의해 탐식된 후 각종 질병을 일으킬 수 있는 가능성이 제기됨에 따라² 질병의 악화요인 뿐만 아니라 호흡세포의 변화, 적응 및 발생원인으로도 황사가 영향을 미칠 것으로 추정되고 있다. 하지만 아직 보건학적 측면에서 황사의 영향에 대한 국내외의 연구는 상당히 미미하다. 따라서 경보체제도 미흡하여 2002년 4월부터 시행중인 우리나라 황사경보제의 단계별 농도기준도 미국의 AQI(Air Quality Index)에서 정한 기준과 미세 먼지의 오염도 수준등을 감안하여 정한 것으로 국내여건을 고려한 호흡기 질환자등 노약자에 대한 황사의 영향에 대한 연구가 더욱 필요한 실정이다. 이에 황사기간 중에 비교적 객관적으로 기도반응을 평가할 수 있는 천식환자에서 대기오염 물질 중 미세먼지(PM_{10})와 호흡기 증상, 폐기능변화와의 상관관계를 알아보고 이를 토대로 환자 교육 및 황사철 환경 관리를 위한 방안을 모색하고자 하였다. 국외에서 황사와는 관계없는 PM_{10} 을 포함한 대기오염 물질의 연구는 많이 있었으나 15년 동안 관찰한 일부 연구를⁷ 제외하고 거의 4주부터 5년 이내의 단기간의 연구이고^{5,6,8} 연구대상으로는 천식, 만성 폐쇄성 폐질환, 2세 미만의 소아, 정상인 등 일관성이 없는 경우가 많아 대기 오염이 호흡기계에 미치는 영향을 객관적으로 평가하였다고 보기 어려운 경우가 많이 있었다. 현재까지 황사와 관련한 국내의 연구로는 황사발생시 심혈관계 질환 혹은 호흡기계 질환자의 사망이 증가한다는 보고¹¹와 5일 평균 PM_{10} 의 증가가 모든 원인에 의한 사망률을 증가 시킨다는 역학 연구가 있었다¹². 2001년 황사현상이 기관지천식환자에 미

치는 영향에 대한 연구¹³가 있었지만 이 연구 당시 PM_{10} 값은 일평균 $72 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 대기오염 기준치 이하였고, 대상환자수가 적어 통계적으로 유의한 결과를 얻지못하였다. 대기오염과 관련한 기관지천식연구는 질병의 상병코드를 기초로 4년 동안의 응급실 내원 환자수와 이 중 천식환자 수, 1년 동안 소아과 외래 방문 수를 토대로 분석하여 대기오염물질 중 오존과 천식발작간의 유의한 관련성이 있다고 보고한 연구가 있었다^{3,4}. 그 외에도 이산화황과 총부유분진이 증가하면 소아 천식 발생의 빈도가 높다는 연구 보고가 있었다⁴. 본 연구에서는 천식으로 확진되고, 제한된 지역에 거주하는 환자를 대상으로 하여 비교적 객관적으로 황사의 영향을 평가할 수 있었다. 2002년 3월2일부터 6월14일까지 시행된 3개월간의 연구 기간 중에 기상청에서 발표한 황사 발생일은 14일이었으며, 1970년부터 1989년까지 20년 동안 연간 3일정도 출현했던 것에 비해 최근에 황사 발생일이 증가 추세에 있음을 알 수 있었다. 측정된 대기오염 물질중 PM_{10} 은 황사 기간 중에 비황사기간 보다 높아 하루 평균 $188.5 \pm 163 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 국제 대기환경기준인 $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 보다 높았다. 환경부에서는 1시간 미세먼지농도가 $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 일 때 주의보, $500 \sim 1,000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 일 때 경보, $1,000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 이상 일 때 중대 경보를 발령하고 있는데 호흡기 질환자등에서는 좀 더 엄격한 경보 체제가 필요할 것으로 보인다. 최¹⁴ 등의 연구에서 1998년 봄철 서울지역에서 측정된 PM_{10} 의 화학적 특성에서 SO_2 와 NO_2 가 황사기에 비황사기보다 각각 29%, 22% 증가 한다고 보고하였으나, 본 연구에서는 오히려 SO_2 와 NO_2 가 비황사기에 황사기보다 높았으며 농도는 국제 대기환경 기준치 이하로 측정되었다. 이는 중국의 공업지대에서 발생한 이차 대기오염 물질이 황사 기간 중에 먼지와 함께 유입되지는 않는 것으로 볼 수가 있으며 최¹⁴ 등의 연구 결과는 서울지역 자체의 대기오염 수준에 대한 영향이 고려되어야 할 것으로 생

각된다. 최대 호기유속 변동률 및 평균 최대호기유속에 대해 영향을 미치는 대기오염물질은 PM₁₀ ($p<0.05$)과 CO ($p<0.05$) 이었다. 이중 CO는 황사, 비황사시 우리나라 오염기준치 이하였고, 시계열분석에 의하면 이는 최대 호기유속 변동률 및 평균 최대호기유속에 대해 황사와 관계없이 영향을 미치고 있음을 알 수 있었다. 수면장애를 일으키는 야간증상에 대한 영향은 PM₁₀ 만이 유의하게 영향을 미치고 있었다($p<0.05$). 그러나 증상점수로 분석한 경우에 황사시와 비황사시 통계학적인 차이가 없었는데 이는 환자 스스로 점수를 매기는 방식인 설문지를 통한 연구의 제한사항으로 보이며, 증상점수가 범위의 중앙값인 3점으로 몰리는 현상이 있었다. 천식의 증등도에 따른 평균 호기유속에 대한 대기오염물질의 영향은 PM₁₀ 이 경증의 천식 환자 군에서 평균호기유속에 대해 영향을 미치는 것으로 나타났다($p<0.05$). 이는 천식의 증등도가 심한 환자일수록 황사시 야외 활동이 적었던 영향으로 생각되며, 황사 중에는 먼지에 노출되는 야외 활동의 자체가 천식증상의 악화를 줄일 수 있다고 볼 수 있었다.

결론적으로 본 연구는 황사 기간 중 증가하는 미세먼지 농도는 기관지천식 환자의 호흡기 증상의 악화 및 폐기능의 저하를 초래할 수 있음을 밝혔으며, 최소한 기도질환을 가진 환자에서 향후 황사로부터의 건강피해를 최소화 하기위한 교육과 지침 마련의 근거 자료로 활용 될 수 있을 것으로 사료된다. 추후에 황사시 증가하는 미세먼지의 성분분석을 통해 보다 밀접한 연관성을 가진 먼지의 구성 성분을 밝히는 연구가 필요할 것으로 보인다.

요 약

배 경 :

황사는 주로 10 μ m이하의 미세먼지(PM₁₀)로서 PM₁₀의 증가는 황사현상의 증가와 매우 밀접한 관

련이 있다. PM₁₀은 그 크기로 보아 호흡기에 침착이 가능하고 따라서 호흡기 증상 및 폐기능에 영향을 미칠 수 있을 것으로 생각되나 아직 이에 대한 연구는 없었다. 이에 연구자들은 천식으로 확진된 환자를 대상으로 황사 기간 중에 PM₁₀을 포함한 대기오염물질이 호흡기증상 및 폐기능에 미치는 영향을 알아 보고자 하였다.

대상 및 방법 :

인천지역 거주자이고 천식으로 확진된 환자를 대상으로 2002년 3월 2일부터 6월 14일까지 매일 최소 2회 이상의 최대호기유속 측정, 속효성 기관지확장제 사용회수, 야간 증상, 증상 점수, 실외활동량 등을 기록하였다. 또한 대기오염지수인 PM₁₀, SO₂, NO₂, O₃, 황사발생일, 기온 및 습도를 측정하여 이들과 최대호기유속 및 변동률, 증상과의 관련성, 야간 증상 및 속효성 기관지확장제 사용회수 등의 연관성을 분석하였다.

결 과 :

대상환자는 남자 31명, 여자 33명으로 평균 연령은 46.1 \pm 14.1세, FEV₁은 2.2 \pm 0.9L, FEV₁%는 71.5 \pm 24.9% 이었다. 연구 기간 중 황사 발생일은 총 14일이었으며, PM₁₀수치는 황사발생일에 188.5 \pm 163.0 μ g/m³, 비황사발생일에 60.1 \pm 19.9 μ g/m³ 로 황사 발생기간 동안에 높게 측정되었다($p<0.05$). 일일 평균 PM₁₀이 높은 날에는 대상 환자의 오전 및 오후 최대 호기유속이 낮아지는 경향을 보였으며($p<0.05$), 최대 호기유속 변화율이 증가하였고($p<0.05$), 야간에 천식으로 인해 잠을 깨는 횟수가 증가하였다($p<0.05$). 반면, 황사 기간 중에 SO₂, NO₂, O₃ 등 다른 대기오염지수와 증상 및 최대호기유속의 변화는 상관성이 없었다($p>0.05$). CO는 황사와 관계없이 천식환자에서 최대 호기유속 변동률 및 평균 최대호기유속에 영향을 미치고 있었다($p<0.05$).

결 론 :

황사 기간 중 증가하는 미세먼지 농도는 기관지천

식 환자의 호흡기 증상의 악화 및 폐기능의 저하를 초래할 수 있다.

감사의 글

본 연구의 수행에 있어 기상자료 제공에 도움을 주신 기상청 기상연구소의 전영신 박사님께 감사를 드립니다.

참 고 문 헌

1. Youngsin Chun, Kyung-On Boo, Jiyoung Kim, Soon-Ung Park, Meehye Lee. Synopsis, transport, and physical characteristics of Asian dust in Korea. *Journal of geophysical research* 2001;106:18,461-9.
2. Donaldson K, Stone V, Clouter A, Renwick L, MacNee W. Ultrafine particles. *Occup Environ Med* 2001;58(3):211-5.
3. 주영수, 조수현. 대기오염과 천식발작의 관련성에 관한 시계열적 연구. *예방의학회지* 2001; 34(1):61-71.
4. 송호인. 서울의 대기오염이 소아 천식환자들의 외래방문 빈도에 미치는 영향. *천식 및 알레르기* 2001;21(1):28-39.
5. Higgs BG, Francis HC, Yates CJ, Warburton CJ, Fletcher AM, Reid JA, et al. Effects of air pollution on symptoms and peak expiratory flow measurements in subjects with obstructive airways disease. *Thorax* 1995;50(2):149-55.
6. Romieu I, Meneses F, Ruiz S, Huerta J, Sienna JJ, White M, et al. Effects of intermittent ozone exposure on peak expiratory flow and respiratory symptoms among asthmatic children in Mexico city. *Arch Environ Health* 1997;52(5):368-76.
7. Burnett RT, Smith M, Stieb D, Raizenne ME, Brook JR, Dales RE, et al. Association between ozone and hospitalization for acute respiratory disease in children less than 2 years of age. *American Journal of Epidemiology* 2001;153(5):444-52.
8. Harre ESM, Price PD, Ayrey RB, Toop LJ, Martin IR, Town IG. Respiratory effects of air pollution in chronic obstructive pulmonary disease : a three month prospective study. *Thorax* 1997;52(12): 1040-4.
9. Blomberg A, Krishna MT, Bocchino V, Biscione GL, Shute JK, Kelly FJ, The inflammatory effects of 3ppm NO₂ on the airways of healthy subjects. *Am J Respir Crit Care Med* 1997;156:418-24.
10. 정용승, 김학성, 박기현, 전종갑, 켈 수젠. 1997-2000년에 관측된 황사의 농도와 부하량 및 시정 : 위상과 기상 분석. *한국기상학회지* 2000;36(5):583-600.
11. Ho-Jang Kwon, Soo-Hun Cho, Youngsin Chun, Frederic Lagarde, Goran Pershagen. Effects of the Asian dust events on daily mortality in Seoul, Korea. *Environmental Research Section* 2002;A90:1-5.
12. Hong YC, Leem JH, Ha EH, Christiani DC. PM₁₀ exposure, gaseous pollutants, and daily mortality in Incheon, South Korea. *Environmental Health Perspectives* 1999;107:873-8.
13. 민필기, 김철우, 윤영준, 장제현, 추적금, 이광은, 한재용, 박중원, 홍천수. 황사현상이 기관지천식 환자의 증상 및 최고호기유속의 일중 변동에 미치는 영향. *천식 및 알레르기* 2001;21:1179-86
14. 최재천, 조하만, 김지영, 김 산, 박기준. 1998년 봄철 서울지역 에어러솔 중 TSP와 PM₁₀의 화학적 특성 비교. *한국기상학회지* 1999;35(1): 38-46.