

Original Article / 원저

미세먼지(PM10, PM2.5) 농도가 급성/만성 부비동염의 환자 수에 미치는 영향

장영우¹⁾ · 김정윤¹⁾ · 김혜경¹⁾ · 임승환²⁾

¹⁾대전자생한방병원 한방안이비인후피부과 (수련의)

²⁾대전자생한방병원 한방안이비인후피부과 (원장)

The Correlation between Fine Dust(PM10, PM2.5) and The Number of Acute/ Chronic Sinusitis Patients

Young-Woo Jang¹⁾ · Jeong-Yoon Kim¹⁾ · Hye-Kyung Kim¹⁾ · Seung-Hwan Lim²⁾

^{1,2)}Dept. of Ophthalmology, Otolaryngology & Dermatology, Daejun Jaseng Hospital of Korean Medicine

Abstract

Objectives : The purpose of this study is to analyze the correlation between fine dust(PM10.5, PM2.5) and the number of acute/chronic sinusitis patients.

Methods : A simple regression analysis was performed based on the concentration of PM10 and PM2.5 as independent variables and the number of acute/chronic sinusitis patients as dependent variables.

Results : As a result of simple regression analysis, if PM10 increases by $1\mu\text{g}/\text{m}^3$, the number of acute sinusitis patients increases by 7,000.291(P<.001, 95%CI :4,951.983-9,048.600). If PM2.5 increases by $1\mu\text{g}/\text{m}^3$, the number of acute sinusitis patients increases by 17,524.476.(P<.001, 95%CI:9,728.725-25,320.228) In addition, PM10 increases by $1\mu\text{g}/\text{m}^3$, the number of acute sinusitis patients increases by 3,163.471 (P<.001, 95% CI:2,268.642-4,058.301). If PM2.5 increases by $1\mu\text{g}/\text{m}^3$, the number of chronic sinusitis patients increases by 8,651.644.(P<.001, 95%CI:5,115.697-12,187.592)

Conclusions : Both PM10 and PM2.5 are correlated with changes in the number of sinusitis patients. PM2.5 has effect on the number of patients than PM10. PM10 is the highest correlation in their 50s, PM2.5 in their 60s and 70s.

Key words : Sinusitis; Fine Dust; PM10; PM2.5

1. 서 론

일반적으로 실내의 대기오염은 알레르기 질환 환자의 건강에 영향을 미치는 것으로 잘 알려져 있으며 최근 미세먼지에 대한 사회적 관심의 증가로 알레르기 질환에 있어 미세먼지의 중요성이 강조되고 있다¹⁾. 미세먼지는 보통 대기 중에 부유하는 분진 중 직경이 10 μm 이하인 먼지로 우리 눈에 보이지 않을 정도로 가늘고 작은 입자를 PM10, 직경이 2.5 μm 보다 작은 먼지로 머리카락 직경의 1/20~1/30 크기보다 작은 입자를 PM2.5라고 한다²⁾. 미세먼지는 질산염(NO₃-), 암모늄 이온(NH₄+), 황산염(SO₄2-) 등의 이온 성분과 탄소 화합물, 다환방향족 탄화수소(벤젠), 금속 화합물 등으로 이루어져 있으며 세계보건기구(WHO)는 이런 미세먼지 중 일부를 1급 발암물질로 지정하였고²⁾ 각 국가는 미세먼지의 허용농도를 제시하고 있다. 우리나라도 미세먼지의 체계적인 관리를 위하여 2014년 2월 6일부터 PM10을 기준으로 미세먼지 예보를 시행하고 있으며 2018년 3월 27일부터 그 기준이 일평균 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 에서 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 더 엄격해졌다. 한국환경공단에 따르면 2013년 서울의 연 평균 미세먼지(PM10)의 농도는 45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 WHO의 연 평균 미세먼지 농도의 권고수준인 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 의 2배 이상이며, 국외 주요도시인 미국 LA의 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 프랑스 파리의 26 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 영국 런던의 18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 보다 비교적 높은 수준이다³⁾.

대기오염물질과 질환의 연관성에 대한 국내 연구들을 살펴보면 미세먼지 등 대기오염으로 인해 호흡기계 질환 유병률 증가⁴⁾, 의료기관 방문과 입원, 총 사망, 심혈관계 사망이 유의하게 증가된다는 결과^{5,6)}가 있으며 PM10과 이산화질소의 농도가 각각 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 0.01ppm 증가할 때마다 아토피피부염 증상 위험도를 각각 3.2%, 5.0% 상승시키며 오존농도가 0.01ppm

증가하면 아토피피부염 증상 위험도는 6.1% 증가한다는 연구 결과가 보고되었으나⁷⁾ 미세먼지와 부비동염에 대한 구체적인 연구는 거의 찾아볼 수가 없었다.

이에 본 연구는 한국환경공단이 공개하는 PM10, PM2.5의 미세먼지 자료와 건강보험심사평가원에서 제공하는 부비동염의 의료통계정보를 이용하여 미세먼지와 부비동염 환자수와의 관련성을 파악하였고 10세를 기준으로 한 각 연령별 분포도도 관련성을 확인하여 통계학적으로 유의한 결과를 도출하여 보고하는 바이다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

1) 부비동염 환자 통계 자료

급성 부비동염, 만성 부비동염 환자수는 건강보험심사평가원 보건빅데이터개방시스템의 질병 소분류(3단상병) 통계 (<http://opendata.hira.or.kr/op/opc/olap3thDsInfo.do>)에서 검색할 수 있는 자료로 현재 기준 2010년 1월부터 2017년 9월까지의 자료를 검색할 수 있다. 연구 자료는 0세부터 80세 이상으로 한/양방 구분 없이 급성 부비동염(J01)과 만성 부비동염(J32)으로 진단받은 환자를 대상으로 하였다.

2) 미세먼지 자료

미세먼지의 자료는 한국환경공단 에어코리아 (<http://www.airkorea.or.kr/index>)에서 제공하는 자료로 2010년 1월부터 2017년 9월까지의 입자상 오염물질인 PM10과 PM2.5의 농도 자료를 이용하였는데 PM2.5는 우리나라에서 측정을 시작한지 얼마 되지 않아 자료 제공 시점인 2015년 1월부터의 자료를 사용하였다.

2. 연구 방법

2010년 1월부터 2017년 9월까지 PM10, PM2.5의 농도 변화가 급성/만성 부비동염으로 치료받은 환

Corresponding author : Seung-hwan Lim, Munjeong-ro 48beon-gil, Seo-gu, Daejeon, Republic of Korea
(Tel : +82-42-610-0464, E-mail : omd_1sh@nate.com)

• Recieved 2018/6/5 • Revised 2018/7/27 • Accepted 2018/8/3

자수의 변화에 유의한 상관성이 있는지 통계적 방법으로 분석한 이차 자료 분석(Secondary analysis) 연구이다. 미세먼지 노출의 민감 집단을 확인하기 위하여 10세 단위로 나누어 분석하였다.

3. 자료 분석 방법

급성/만성 부비동염의 환자수의 변화, 미세먼지의 농도의 변화를 보기 위하여 먼저 기술통계와 평균 변화율을 보았다. 두 자료의 연관성을 분석하기 위해서는 PM10, PM2.5 수치를 독립변수로, 급성/만성 부비동염 환자수를 종속변수로 한 단순회귀분석(simple regression analysis)을 시행하였다. 결과는 각 회귀 모형의 유의수준 0.05 미만인 경우 유의한 영향이 있는 것으로 평가하였으며, 모든 통계분석은 유의수준 0.05 하에서 실시하였으며 SPSS (Version 18.0, SPSS Inc. Chicago, IL, USA)을 이용해 수행하였다.

III. 연구 결과

1. 기술 통계 분석

1) 급성 부비동염과 환자수

급성 부비동염의 환자수의 기술 통계 결과는 Table

1에 표시하였다. 지난 8년간 급성 부비동염의 환자의 평균 변화율을 보았을 때 전체적으로 -0.65%의 환자수가 감소하였다. 연령대별로 보면 0-9세, 10-19세의 소아청소년기 환자의 수가 전체 환자의 과반수를 넘는 37%와 14%를 차지할 정도로 많지만 8년간 평균적으로 -5.3%, -2.5% 줄었으며 30-39세 연령에서도 -0.32% 줄었다. 20세 이상의 성인의 경우 20-29세에서 0.12% 증가하였으며 40세 이상부터는 80세 이상까지는 환자증가율이 1.40%에서 11.41%로 나이가 증가할수록 그 증가율이 높아졌다.

2) 만성 부비동염과 환자수

만성 부비동염 환자수의 기술 통계 결과는 Table 2에 표시하였다. 지난 8년간 만성 부비동염의 환자의 평균 변화율을 보았을 때 전체적으로 1.66%의 환자수가 증가하였다. 연령대별로 보면 0-9세의 환자가 전체 환자의 25%를 차지하여 전체 연령대 중 환자수가 가장 많으나 8년간 환자수가 -2.37% 줄었으며 10-19세의 환자수도 -2.07% 줄었다. 20세 이상의 성인의 경우 20-29세의 4.08%에서 80세 이상의 11.59%까지 환자수가 늘어나고 있는 추세이며 나이가 증가할수록 그 증가율이 높아졌다.

Table 1. Description of Demographic Information of Acute Sinusitis

Years	Interval 10 years age									
	Total	0-9	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80~
2010	4,324,421	1,646,462	713,849	397,631	607,775	424,773	296,131	180,922	83,457	14,410
2011	4,060,466	1,528,019	632,856	368,100	570,002	413,303	308,232	175,393	84,075	15,293
2012	4,129,948	1,544,735	604,277	376,037	592,472	425,517	325,801	183,726	94,513	17,775
2013	4,154,404	1,664,931	554,866	356,038	567,656	416,261	324,667	184,308	98,290	19,409
2014	4,074,444	1,488,902	556,135	367,928	581,637	445,045	344,328	198,180	104,551	21,591
2015	3,996,041	1,438,419	533,285	362,433	559,089	443,754	346,311	210,894	108,876	24,864
2016	4,163,128	1,454,032	524,711	390,962	606,870	475,756	366,502	236,456	113,107	27,824
2017	4,110,600	1,392,105	545,566	401,162	592,735	473,999	357,593	239,259	113,536	30,018
Mean	4,126,682	1,519,701	583,193	377,536	584,780	439,801	333,696	201,142	100,051	21,398
SD	9,6841.01	9,7104.14	6,4190.83	1,6971.06	1,8207.98	2,4470.22	2,4268.96	2,5248.53	1,2040.4	5742.494
AC*	-0.65%	-2.09%	-3.61%	0.12%	-0.32%	1.40%	2.30%	3.63%	3.76%	9.12%

*AC = Average rate of change of patient numbers from 2010 to 2017 of study period

Table 2. Description of Demographic Information of Chronic Sinusitis

Years	Interval 10 years age									
	Total	0-9	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80~
2010	1,941,776	555,072	329,398	201,475	282,530	226,591	184,536	118,738	54,831	9,085
2011	1,989,858	539,365	321,784	208,286	292,987	239,894	209,820	126,380	61,075	10,429
2012	2,087,893	565,295	319,281	221,638	311,065	252,038	224,798	133,634	69,369	12,389
2013	2,096,763	580,292	300,122	217,681	310,679	253,622	230,620	137,248	73,127	13,522
2014	2,128,453	523,320	303,087	229,598	327,471	276,429	247,176	149,005	78,977	15,558
2015	2,066,158	486,381	285,535	230,145	315,745	272,433	244,743	154,406	80,147	17,220
2016	2,095,875	473,871	269,370	242,955	332,182	280,212	250,242	168,319	80,479	19,006
2017	2,183,021	468,133	285,588	266,431	350,682	293,340	257,155	179,238	84,228	21,083
Mean	2,073,724.65	523,966.13	301,770.63	227,276.13	315,417.63	261,819.88	231,136.25	145,871.00	72,779.13	14,786.50
SD	76,218.06	43,301.76	20,874.26	20,503.42	21,699.70	22,496.23	24,351.09	20,839.99	1,0378.11	4,188.57
AC*	1.66%	-2.37%	-2.07%	4.08%	3.09%	3.64%	4.49%	5.93%	5.77%	11.59%

*AC = Average rate of change of patient numbers from 2010 to 2017 of study period

Table 3. Description of Distributions of Monthly Levels of PM10

Years	Months												Mean	SD	Min	Max
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
2010	57	49	64	51	59	52	36	36	32	45	73	63	51.42	12.60	32	73
2011	45	72	65	59	75	49	34	32	33	46	46	50	50.50	14.58	32	75
2012	57	51	51	54	58	41	33	27	33	40	48	43	44.67	10.14	27	58
2013	64	49	62	54	60	46	38	40	33	36	46	54	48.50	10.48	33	64
2014	62	57	58	58	67	45	41	32	34	38	47	44	48.58	11.52	32	67
2015	52	75	68	47	50	43	34	37	30	48	36	50	47.50	13.35	30	75
2016	50	47	60	67	54	42	30	34	37	39	53	48	46.75	10.91	30	67
2017	52	47	52	57	62	42	35	26	37	-	-	-	45.56	11.54	26	62

*AC = Average rate of change of PM10 concentration change from 2010 to 2017 of study period is -1.75%

3) PM10

우리나라의 PM10 수치의 기술 통계 결과는 Table 3에 서술하고 있다. PM10의 지난 8년간의 평균 변화율을 보았을 때 -1.75% 감소한 것으로 나타났다. 8년간 월평균 가장 낮은 수치는 $26\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이며 가장 높은 수치는 $75\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 나타났다.

4) PM2.5

우리나라의 PM2.5 수치의 기술 통계 결과는 Table 4에 기술하고 있다. PM2.5의 지난 3년간의 평균 변화율을 보았을 때 -0.66% 감소한 것으로 나타났다. 3년간 월평균 가장 낮은 수치는 $13\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이며 가장 높은 수치는 $36\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 나타났다.

2. PM10, PM2.5와 급성 부비동염의 환자수

PM10, PM2.5의 농도와 급성 부비동염 환자수의 변화에 대한 단순회귀분석 결과는 Table 5와 Fig. 1, Fig. 2와 같다. 총 환자수에서 월평균 PM10이 1 μ g/m³ 증가하면 급성 부비동염의 환자는 7,000.291명 증가(P<.001, 95%CI:4,951.983-9,048.600)하며 월평균 PM2.5가 1 μ g/m³ 증가하면 급성 부비동염의 환자는 1,7524.476명 증가(P<.001, 95%CI:9,728.725-25,

320.228)하는 것으로 나타났다.

β 값은 PM10에서 50-59세에 0.631로 가장 높으며 0-9세와 80세 이상을 제외하면 연령대가 증가할수록 미세먼지와와의 연관성이 증가하는 추세를 보이다가 50-79세까지는 비슷한 값을 가진다. PM2.5에서는 70-79세에 0.799로 가장 높게 나타났으며 0-9세를 제외하면 연령대가 증가할수록 연관성이 뚜렷하게 증가하는 경향을 보이고 있다.

Table 4. Description of Distributions of Monthly Levels of PM2.5

Years	Months												Mean	SD	Min	Max
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
2015	28	32	30	24	26	26	21	23	17	26	24	30	25.58	4.19	17	32
2016	30	26	32	29	29	26	18	20	22	21	30	30	26.08	4.70	18	32
2017	32	28	36	26	26	23	21	13	21	-	-	-	25.11	6.72	13	36

*AC = Average rate of change of PM2.5 concentration change from 2015 to 2017 of study period is -0.66%

Table 5. The correlation between PM10, PM2.5 and acute sinusitis patients

Age	PM10					PM2.5				
	B	β	95%CI	R2	P	B	β	95%CI	R2	P
Total	7000.291	.580	4,951.983-9,048.600	.336	.000**	17524.476	.636	9,728.725-25,320.228	.404	.000**
0-9	2996.824	.553	2,055.732-3937.915	.305	.000**	6832.810	.611	3,586.001-10,079.620	.373	.000**
10-19	834.311	.402	438.186-1,230.437	.161	.000**	1566.110	.376	152.084-2,980.137	.141	.031*
20-29	437.466	.506	282.066-592.865	.256	.000**	1165.226	.565	541.446-1,789.006	.319	.001*
30-39	806.889	.546	548.763-1,065.015	.298	.000**	2159.684	.616	1,147.211-3,172.158	.379	.000**
40-49	675.305	.551	462.062-888.547	.303	.000**	1923.142	.628	1,049.119-2,797.165	.394	.000**
50-59	619.689	.631	461.083-778.296	.398	.000**	1812.720	.731	1,192.019-2,433.422	.534	.000**
60-69	401.117	.617	294.457-507.777	.380	.000**	1303.724	.776	915.378-1,692.071	.602	.000**
70-79	200.764	.628	148.959-252.570	.394	.000**	640.940	.799	464.123-817.757	.638	.000**
80~	32.012	.405	16.977-47.047	.164	.000**	130.576	.764	90.180-170.972	.584	.000**

**P<.001, * P<.05

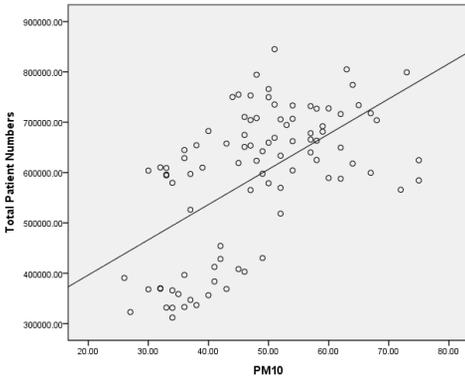


Fig. 1. The correlation between PM10 and pain Total patient numbers of acute sinusitis($R^2=.336$, $P<.001$)

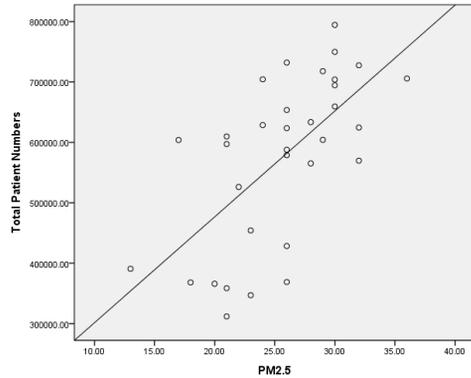


Fig. 2. The correlation between PM2.5 and pain Total patient numbers of acute sinusitis($R^2=.404$, $P<.001$)

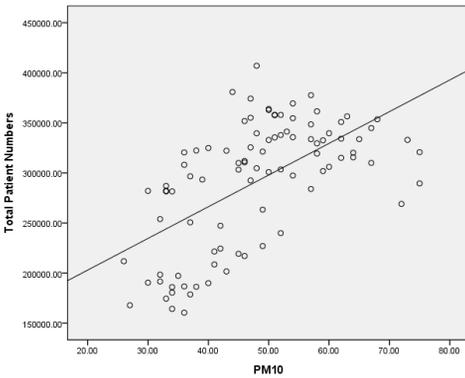


Fig. 3. The correlation between PM10 and pain Total patient numbers of chronic sinusitis($R^2=.351$, $P<.001$)

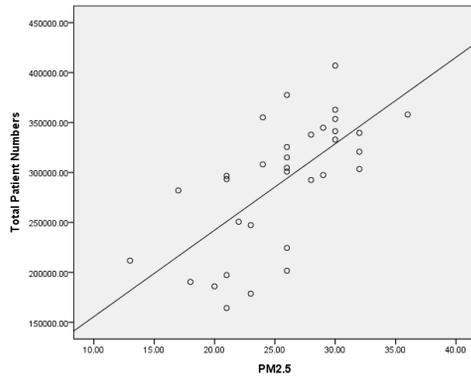


Fig. 4. The correlation between PM2.5 and pain Total patient numbers of acute sinusitis($R^2=.445$, $P<.001$)

3. PM10, PM2.5와 만성 부비동염의 환자수

PM10, PM2.5의 농도와 만성 부비동염 환자수의 변화에 대한 단순회귀분석 결과는 Table 6과 Fig. 4, Fig. 5와 같다. 월평균 PM10이 $1\mu\text{g}/\text{m}^3$ 증가하면 만성 부비동염 환자수는 3,163.471명 증가($P<.001$, 95%CI:2,268.642-4,058.301)하는 것으로 나타났으며 월평균 PM2.5가 $1\mu\text{g}/\text{m}^3$ 증가하면 만성 부비동염 환자수는 8,651.644명 증가($P<.001$, 95%CI:5,115.697-12,187.592)하는 것으로 나타났다.

β 값은 PM10에서 50-59세에 0.617로 가장 높으며 0-9세와 80세 이상을 제외하면 50-59세까지 상관성이 증가하다가 60세 이후 다시 줄어드는 경향을 보인다. PM2.5에서는 70-79세에 0.799로 가장 높게 나타났다으며 0-9세와 80세 이상을 제외하면 연령대가 증가할수록 미세먼지와 상관성이 증가하는 경향을 보이고 있다.

Table 6. The correlation between PM10, PM2.5 and chronic sinusitis patients

Age	PM10					PM2.5				
	B	β	95%CI	R ²	P	B	β	95%CI	R ²	P
Total	3163.471	.593	2,268.642-4,058.301	.351	.000**	8651.644	.667	5,115.697-12,187.592	.445	.000**
0-9	948.342	.549	647.593-1249.091	.301	.000**	2117.446	.617	1,127.974-3,106.918	.381	.000**
10-19	429.498	.452	252.992-606.004	.204	.000**	890.714	.425	195.227-1,586.201	.180	.014*
20-29	223.645	.457	133.066-314.223	.209	.000**	713.763	.580	346.531-1,080.995	.336	.000**
30-39	384.812	.517	252.004-517.621	.267	.000**	1165.446	.630	638.995-1,691.896	.397	.000**
40-49	381.265	.556	262.461-500.069	.309	.000**	1177.215	.675	706.488-1,647.941	.456	.000**
50-59	389.722	.617	286.162-493.282	.380	.000**	1207.069	.754	821.376-1,592.762	.568	.000**
60-69	262.542	.596	188.936-336.148	.356	.000**	889.886	.783	630.952-1,148.819	.613	.000**
70-79	128.296	.585	91.242-165.351	.342	.000**	417.877	.799	302.772-532.981	.639	.000**
80~	18.017	.331	7.316-28.718	.109	.001*	79.977	.753	54.383-105.571	.567	.000**

**P<.001, * P<.05

IV. 고 찰

미세먼지는 보통 입자의 크기가 10 μ m 이하의 분자인 PM10과 2.5 μ m 이하의 크기인 PM2.5로 구분되며 중국에서 유발되는 황사와는 다르게 산업화의 산물로서 연소나 화학반응으로 생성된다¹⁰. 이러한 미세먼지는 크기, 표면적, 숫자, 입자의 물리상태에 따라 건강에 다양한 영향을 미치는데 주 노출부위는 호흡기와 피부이다¹¹. 실험용 생쥐에게 16주간 하루 6시간씩 미세먼지를 마시게 하고 비강과 부비동을 세척한 용액을 살펴본 결과 대조군에 비해 백혈구, 대식세포, 호중구, 호산구의 수치가 증가해 있었으며 비강과 부비동의 조직을 채취하여 분석한 결과 비강과 부비동의 내막이 대조군에 비해서 30-40% 더 두껍게 변하였다는 연구 결과가 있다¹⁰. 그리고 미세먼지와 환자수의 변화에 관한 이전 보고를 보면 런던에서

PM10 10-90% 변화 시(16-47 μ g/m³) 상기도 감염의 래 방문자 15-64세의 경우 5.7%, 65세 이상의 경우 10.2% 증가한다고 보고하였으며¹¹ 서울지역 미세먼지 농도가 호흡기계 및 심혈관계의 외래 방문 및 진료비에 미치는 영향에서 만성 부비동염의 경우 월평균 미세먼지(PM10)의 농도가 10 μ g/m³ 증가 시 입원환자는 0.987배(95%CI:0.982-0.991) 줄어들고 외래환자는 1.059배(95%CI:1.059-1.060)늘어 난다는 연구 결과가 있다⁵. 하지만 위 연구는 초미세먼지(PM2.5)를 변수로 포함하지 못하였고 65세 이상의 노인이나 영유아로 구분하지 못하였다는 단점이 있다. 본 연구는 만성 부비동염 뿐만 아니라 급성 부비동염을 같이 확인하였으며 PM10, PM2.5로 구분하고 민감한 집단을 확인하기 위해 연령대별로 차이점을 확인하였다.

급성 부비동염은 2017년 보고된 외래 환자수 17위인 다빈도 질병으로 2010년 4,324,421명이었던 환자가 2017년 4,110,600명으로 -0.65% 감소하였으나

2011년 큰 폭으로 줄어든 이후 약 410만 명 기준으로 증감을 반복하고 있다. 연령대별로 보면 0-9세, 10-19세의 소아청소년기 환자의 수가 전체 환자의 과반수를 넘으나 각각 -5.3%, -2.5% 줄었으며 30-39세 연령에서도 0.32% 줄었다. 20세 이상의 성인의 경우는 30대를 제외한 전 구간에서 증가를 보이고 있으며 40세 이상부터는 80세 이상까지는 환자증가율이 1.40%에서 11.41%로 나이가 증가할수록 그 증가율이 높아진다(Table 1). 만성 부비동염은 2010년 1,941,776명이었던 환자가 2017년 2,183,021명으로 8년 평균 1.66% 증가하였다. 급성 부비동염과 유사하게 소아청소년기에 2.37, 2.07% 경감하였으나 20대 이상의 성인은 증가하는 변화율을 보이고 있으며 급성 부비동염처럼 나이가 증가할수록 그 증가율이 높아지고 있다(Table 2). 소아청소년의 환자수가 줄고 성인의 환자수가 증가하는 것에는 저출산과 노령인구의 증가가 영향을 미친 것으로 추측된다.

우리나라의 PM10은 언론의 보도의 심각성과는 다르게 2012년 대폭 경감된 이후 상승/경감을 보이고 있지만 2010년 이후 -1.75% 경감하였다(Table 3). 하지만 OECD 국가의 주요도시 대비 여전히 높은 수준이다. 8년간 월평균 가장 낮은 수치는 $26\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이며 가장 높은 수치는 $75\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 나타났다. PM2.5는 큰 변화 없이 $25\text{-}26\mu\text{g}/\text{m}^3$ 의 수치를 왔다 갔다 하고 있으며 평균 가장 낮은 수치는 $13\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이며 가장 높은 수치는 $36\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 PM10과는 다르게 최저 수치와 최고 수치의 폭이 좁다(Table 4).

본 연구는 월평균 PM10, PM2.5 농도와 급성/만성 부비동염 환자수 사이에 상관관계를 보기 위해서 단순회귀분석을 시행하였으며 결과 월평균 PM10이 $1\mu\text{g}/\text{m}^3$ 증가할 때 급성 부비동염의 환자는 7,000.291명 ($P<.005$, 95%CI:4,951.983-9,048.600) 만성 부비동염의 환자수는 3,163.471명($P<.005$, 95%CI:2,268.642-4,058.301) 증가하는 것으로 나타났으며(Table 5, Table 6) 월평균 PM2.5가 $1\mu\text{g}/\text{m}^3$ 증가할 때 급성 부비동염의 환자는 17,524.476명($P<.005$, 95%CI:

9,728.725-25,320.228) 증가하며 만성 부비동염의 환자수는 8,651.644명($P<.005$, 95%CI:5,115.697-12,187.592) 증가하는 것으로 나타났다(Table 5, Table 6). 단순회귀분석에서 계수의 β 값은 pearson 상관계수와 동일하므로 β 값으로 상관성 비교를 할 수 있는데 Dancy의 상관계수 등급에서 0.9-0.7은 strong, 0.4-0.6은 moderate, 0.1-0.3은 weak 등급으로 moderate 이상을 유의미한 등급으로 본다. 각 연령대별 상관성을 보면 PM10에서 급성 부비동염의 경우 10-19세의 경우 $\beta=0.402$ ($P<.001$)로 가장 영향성이 적으며 50-59세 이상에서 $\beta=0.6$ 이상 ($P<.001$)의 상관성을 보인다. 만성 부비동염의 경우도 급성 부비동염과 동일하게 10-19세에서 $\beta=0.452$ ($P<.001$)이며 50-59세에서 $\beta=0.617$ ($P<.001$)로 나타났다. PM2.5의 경우 급성 부비동염과 만성 부비동염은 10-29세를 제외한 모든 연령대에서 $\beta=0.06$ 이상($P<.001$)이며 50세에서 80세 이상까지 $\beta=0.7$ ($P<.001$)이상으로 나타났다. PM10과 마찬가지로 10-19세 연령에서 β 는 각각 0.376($P<.001$), 0.425($P<.001$)로 연관성이 가장 낮았다.

결과적으로 미세먼지는 연령대가 증가할수록 부비동염과의 상관성이 증가하는 경향을 보이는데 특히 50세 이상에서 부비동염과 가장 큰 연관성을 보이고 있으며 급성/만성 부비동염 모두 PM2.5가 더 높은 상관성을 보이고 있는 것으로 나타났다. 이는 연령 증가에 따른 코의 노화에서 원인을 찾을 수 있다. 노화는 코의 해부학적 변화를 일으키는데 피부의 진피층이 얇아지고 탄력이 감소해 코 전반적으로 코 높이는 낮아지고 비순각은 증가하는 방향으로 변형이 일어나게 된다. 이러한 코의 해부학적 구조와 비점막의 변화는 비강기류에 영향을 미치는 비저항을 증가시키고 점막섬모 수송 기능의 저하를 일으켜 비폐색을 일으키기 쉬워진다¹²⁾. 그리고 PM10의 경우 코나 후인두에서 걸러질 확률이 높은 반면 PM2.5는 그 크기가 매우 작아 섬모에 의해 제거되지 않고 부비동의 깊은 곳 까지 침투할 가능성이 더 증대된다¹⁵⁾. 비강은 미세

먼지에 노출되면 호흡기는 급성염증을 일으키고 케모카인이나 사이토카인의 분비를 촉진하는 선천면역을 촉발시키며 면역세포에서 IL-6, IL-8, GM-CSF, TNF- α 등을 분비를 유발시킨다. 그리고 비강 점막의 산화스트레스를 증가시킨다¹³⁾. 특히 PM2.5는 면역글로불린 E 및 알레르기성 염증 반응을 촉발한다고 알려져 있으며¹⁴⁾ 최근의 몇 연구들에서는 입자의 크기가 작을수록 입자의 수가 많고 전체 표면적이 커서 강한 염증 반응을 유발하여 더 위험할 수 있다고 보고하였다¹⁶⁾. 그리고 영아나 노인의 경우 이러한 호흡기계의 반응기전이 약한 상태로 감염의 기회가 높기 때문에¹⁷⁾ 연령이 증가하게 되면서 미세먼지와 부비동염의 연관성이 심화되고 PM 2.5가 PM10 보다 더 높은 상관성을 보이는 것으로 사료된다.

공기의 질 개선에 따른 질병의 호전도에 관한 연구를 보면 실내공기청정기의 24주간 사용 시 PM10이 $56.18\mu\text{g}/\text{m}^3$ 에서 $31.54\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 PM2.5가 $29.16\mu\text{g}/\text{m}^3$ 에서 $15.99\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 통계적으로 유의한 감소를 보였고 미세먼지 경감으로 인해 알레르기 질환인 아토피피부염의 SCORAD index가 18.5% 감소한다는 보고가 있다¹⁸⁾. 현재 앞의 연구와 같은 공기청정기의 사용과 부비동염의 증상 감소와 관련된 연구는 없지만 본 연구를 미루어 짐작하여 보면 가정생활에서 미세먼지청정기와 공기청정기 사용으로 실내 대기오염 관리가 부비동염의 발생 및 증상 경감에 도움이 된다는 근거 자료로 사용될 수 있을 것으로 보이며 특히 급성/만성 부비동염 모두 20대 이상의 성인에서 유병률이 증가하는 것으로 보이고 50대 이상의 경우 본 연구에서 영유아 및 청년층에 비해 미세먼지의 영향성이 크게 나타났으므로 부비동염을 넘어 장년층에서 나타나는 미세먼지의 민감성과 관련된 질환에 대한 추가 연구의 자료로 사용될 수 있을 것이다.

본 연구에서 시행한 단순회귀분석은 종속변수를 설명하는 독립변수가 여러 개일 때 단순회귀모형을 설정하게 되면 모형이 부정확할 뿐 아니라 중요한 종속변수에 대한 중요한 설명변수 누락함으로써 결과 추

정에 대해 바이어스가 생기는 단점이 있다. 즉 부비동염을 유발하는 원인이 단순 미세먼지만이 아니기 때문에 미세먼지의 단독 작용으로 인한 환자의 변화로 추정하기에는 제한이 있다. 호흡기 질환을 유발 및 악화시키는 걸로 알려진 아황산가스, 오존, 이산화질소, 일산화탄소, 유기화학물질 등의 복합적인 요인에 대한 다중회귀분석 연구가 앞으로 필요하다고 본다. 그리고 본 연구는 미세먼지의 월평균 농도자료를 이용하여 환자수를 분석하여 일평균 환자수와 같은 단기간의 효과를 정확하게 추정하지 못하고 있다는 연구의 한계가 있으며 회귀식에 대한 통계적 유의성은 있지만 ($P<.001$) R2의 값이 0.3-0.4로 회귀식을 설명하기에는 설명력이 다소 떨어진다는 단점이 있다. 추가적으로 일 단위로 환자 및 미세먼지 자료를 수집하여 연구할 경우 보다 정확한 상관성을 추정할 수 있을 것으로 보인다.

V. 결 론

본 연구는 PM10과 PM2.5 농도에 따른 급성/만성 부비동염의 환자수 변화에 대한 연구이다.

1. 지난 8년간 급성 부비동염의 환자의 평균 변화율을 보았을 때 전체적으로 -0.65%의 환자수가 감소하였으나 만성 부비동염의 환자의 경우 1.66%의 환자수가 증가하였다.
2. PM10은 지난 8년간의 평균 변화율을 보았을 때 -1.75%가 감소한 것으로 나타났고 PM2.5는 -0.66% 감소한 것으로 나타났다.
3. PM10, PM2.5의 농도와 급성 부비동염 환자수의 변화에 대한 단순회귀분석 결과 월평균 PM10이 $1\mu\text{g}/\text{m}^3$ 증가하면 급성 부비동염의 환자는 7,000.291명 증가($P<.001$, 95%CI:4,951.983-9,048.600)하며 PM2.5가 $1\mu\text{g}/\text{m}^3$ 증가하면 급성 부비동염의 환자는 17,524.476명 증가($P<.001$,

95%CI:9,728.725-25,320.228)하는 것으로 나타났다.

4. PM10, PM2.5의 농도와 만성 부비동염 환자수의 변화에 대한 단순회귀분석 결과 월평균 PM10이 $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 증가하면 만성 부비동염 환자수는 3,163.471명 증가($P < .001$, 95%CI 2,268.642-4,058.301)하는 것으로 나타났으며 PM2.5가 $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 증가하면 만성 부비동염 환자수는 8,651.644명 증가($P < .01$, 95%CI 5,115.697-12,187.592)하는 것으로 나타났다.
5. PM10 보다 PM2.5에서 나이가 증가함에 따라 연관성이 증가하는 것으로 보이는데 PM10은 50대에서 PM2.5는 60, 70대에서 그 연관성이 가장 높게 나타났으며 PM10, PM2.5 둘 중 PM2.5의 영향성이 더 높게 나타났다.
6. 본 연구는 월평균 자료를 이용하여 변화의 단기간의 변화의 정도를 예측하기에는 어려움이 있으며 낮은 R2 값으로 유의성이 다소 떨어진다. 향후 일평균 자료를 이용하면 보다 정확한 결과 값을 유추할 수 있을 것으로 보인다.

VI. 감사의 글

본 논문은 연구지원 없이 작성되었으며 이해관계 충돌(conflict of interests)의 여지가 없음.

References

1. Jang AS. Impact of particulate matter on health. J Korean Med Assoc. 2014;57(9):763-8.
2. Pagan I, Costa DL, McGee JK, Richards JH, Dye JA. Metals mimic airway epithelial injury induced by in vitro exposure to Utah Valley ambient particulate matter extracts. J Toxicol Environ Health A. 2003;66(12):1087-112.
3. Pope CA, Burnett RT, Thurston GD, Thun MJ, Calle EE, Krewski D, et al. Cardiovascular mortality and long-term exposure to particulate air pollution epidemiological evidence of general pathophysiological pathways of disease. Circulation. 2004;109(1):71-7.
4. Pope CA, Kalkstein LS. Synoptic weather modeling and estimates of the exposure-response relationship between daily mortality and particulate air pollution. Environmental Health Perspectives. 1996;104(4):414-20.
5. Lee HS. Hospital Visits, Admissions and Hospital Costs among Patients with Respiratory and Cardiovascular Diseases according to Particulate Matter in Seoul. J Environ Health Sci. 2016;42(5):324-32.
6. Ha KH, Suh MN, Kang DR, Kim HC, Shin DC, Kim CS. Ambient Particulate Matter and the Risk of Deaths from Cardiovascular and Cerebrovascular Disease. Korean Soc Hypertens. 2011;17(2):74-83.
7. Kim JH, Kim EH, Oh IB, Jung KO, Han YS, Cheong HK, et al. Symptoms of atopic dermatitis are influenced by outdoor air pollution. J ALLERGY CLIN IMMUNOL. 2013;132(2):495-8.
8. Jang YW, Kim JY, Lee SH, Lim SH. A Literature Study of Korean Medicine for Sinusitis. J Korean Med Ophthalmol Otolaryngol Dermatol. 2017;30(3):134-54.

9. Im GM, Jeong HW, Kim HS, Jeong WY. Oriental medical approach on the allergic disease. *Korean J Oriental physiology & pathology*. 2002;16(5):831-9.
10. Murugappan Ramanathan Jr., Nyal R. London Jr., Anuj Tharakan, Nitya Surya, Thomas E. Sussan, Xiaoquan Rao, et al. Airborne Particulate Matter Induces Nonallergic Eosinophilic Sinonasal Inflammation in Mice. *Am J Respir Cell Mol Biol*. 2017;57(1):59-65.
11. Korea Environment Coporation. International status of air pollution.[accessed 2016 July 13] Available from: URL: <http://www.airkorea.or.kr/foreignState>
12. Mo JH, Roh DH, Kim IS, Mim YG, Lee CH, Rhee CS. Change of Nasal Dimension and Resistance with Aging in Korean. *Korean J Otolaryngol*. 2005;48(2):195-8.
13. Salvi SS, Frew A, Holgate S. Is diesel exhaust a cause for increasing allergies? *Clin Exp Allergy*. 1999;29(1):4-8.
14. Fujieda S, Diaz-Sanchez D, Saxon A. Combined nasal challenge with diesel exhaust particles and allergen induces In vivo IgE isotype switching. *Am J Respir Cell Mol Biol* 1998;19(3):507-12.
15. Miller FJ, Gardner DE, Graham JA, Lee RE Jr, Wilson WE, Bachmann JD. Size consideration for establishing a standard for inhalable particles. *J Air Poll Control Assoc*. 1979;29(6):610-5.
16. Gilmour PS, Ziesenis A, Morrison ER, Vickers MA, Drost EM, Ford I, et al. Pulmonary and systemic effects of short-term inhalation exposure to ultrafine carbon black particles. *Toxicol Appl Pharmacol*. 2004;195(1):35-44.
17. Salvador P, Artinano B, Querol X, Alastuey A. A combined analysis of backward trajectories and aerosol chemistry to characterise long-range transport episodes of particulate matter: the Madrid air basin, a case study. *Sci Total Environ* 2008;390(2-3):495-506.
18. Park HC, Kim YH, Kim JE, Ko JY, Nam Goung SJ, Lee CM, et al. Effect of air purifier on indoor air quality and atopic dermatitis. *Allergy Asthma Respir Dis* 2013;1(3):248-56.