

미세먼지 농도에 따른 심·뇌혈관계 및 호흡기계 환자의 119 구급 출동 분석[†]

구지연¹ · 조근자^{2*}

¹인천 계양소방서, ²공주대학교 응급구조학과

Analysis of 119 dispatch for patients with cardio-cerebrovascular and respiratory diseases according to particulate matter[†]

Ji-Yeon Koo¹ · Keun-Ja Cho^{2*}

¹Gyeyang Fire Station, Incheon

²Department of Emergency Medical Service, Kongju National University

=Abstract =

Purpose: The purpose of this study was to provide basic data for improving the response capacity of 119 EMS systems by analyzing the effects of particulate matter on cardio-cerebrovascular and respiratory symptoms in the pre-hospital stage.

Methods: We examined 46,389 patients who transferred to the hospital with complaints of cardiopulmonary arrest and cardio-cerebrovascular and respiratory symptoms by 119 ambulances in Incheon from 2016 to 2018.

Results: The probability of 119 emergency dispatch for patients with cardiopulmonary arrest increased 2.8–4.0% from the day of symptom onset until two days before hospital presentation as particulate matter 10 μ m or less in diameter(PM₁₀) increased by 10 μ g/m³ (OR=1.028; 95% CI=1.014-1.041, p =0.000, lag 0), (OR=1.040; 95% CI=1.024-1.056, p =0.000, lag 1), (OR=1.032; 95% CI=1.016-1.049, p =0.000, lag 2). Meanwhile, emergency dispatch increased 3.6–6.1% for PM_{2.5} in creased by 10 μ g/m³ (OR=1.046; 95% CI=1.024-1.068, p =0.000, lag 0), (OR=1.061; 95% CI=1.035-1.088, p =.000, lag 1), and (OR=1.036; 95% CI=1.010-1.063, p =0.006, lag 2).

Received March 12, 2020 Revised April 1, 2020 Accepted April 19, 2020

*Correspondence to Keun-Ja Cho

Department of Emergency Medical Service, Kongju National University, 56, Gongjudaehak-ro, Gongju, Chungcheongnam-do, 32588, Republic of Korea

Tel: +82-41-850-0333 Fax: +82-41-850-0331 E-mail: kjcho@kongju.ac.kr

[†]이 논문은 2020년 공주대학교 일반대학원 응급구조학 석사학위 논문을 요약한 것임.

Conclusion: Emergency medical technicians (EMTs) who respond to 119 calls should rapidly and accurately evaluate patients and provide professional emergency care by identifying the characteristics of the vulnerable groups relative to particulate matter size. To prevent the occurrence and exacerbation of symptoms caused by particulate matter, EMTs should be prepared and equipped with a response system for high particulate matter in the EMS system.

Keywords: Particulate matter, Cardiac arrest, Cardio-cerebrovascular, Respiratory, 119 dispatch

I. 서 론

1. 연구의 필요성

최근 미세먼지에 대한 정보는 날씨와 함께 TV나 신문, 인터넷 일기예보를 통해 쉽게 찾아볼 수 있고, 2013년 세계보건기구 산하 국제암연구소(IARC, International Agency for Research on Cancer)는 미세먼지를 인간에게 암을 일으키는 것으로 확인된 발암물질 I군(Group I)으로 분류하였다[1]. 미세먼지에 대한 국민의 관심과 걱정이 높아지고 미세먼지가 심각한 사회적 문제로 대두되면서 정부는 2019년 2월 ‘미세먼지 특별법’ 및 고농도 미세먼지 비상저감 조치를 시행하고, 각 부처 간의 협의, 국제 협력 등을 통해 미세먼지를 줄이기 위한 대책을 마련하고 있다[2].

미세먼지는 흡입이 가능한 크기로 하부 기관지 및 폐 실질까지 침착하여 호흡기계에 손상을 일으킬 수 있으며 대기 중의 미세먼지 농도가 높을수록 호흡기계 및 심혈관계 질환의 증상 악화를 초래하고 질환의 유병률 및 사망률을 증가시킬 수 있다[3]. 세계보건기구(World Health Organization, WHO)는 2016년 실외 대기 오염과 관련된 조기사망의 약 58%는 허혈성심장질환과 뇌졸중으로 인한 것이며, 사망의 18%는 각각 만성폐쇄성폐질환(COPD)과 하부호흡기감염, 사망의 6%는 폐암으로 인한 것으로 추정하였고[4], 질병관리본부에 의하면, 미세먼지(PM₁₀) 농도가 10 μ g/m³ 증가할 때마다 만성폐쇄성폐질환으로 인한 입원율은 2.7%, 사

망률은 1.1% 증가하고, 초미세먼지(PM_{2.5}) 농도가 10 μ g/m³ 증가할 때마다 폐암 발생률이 9% 증가하였다[1]. 또한 Ha 등[5]은 평균 미세먼지 농도 사분위수 범위가 증가할수록 심뇌혈관계 질환으로 인한 사망은 사망일에서 사망 하루 전(cumulative lag1)에 0.7%, 사망일에서 사망 이틀 전(cumulative lag2)에 0.8% 증가한다고 보고하였으며, Oh 등[6]은 응급실을 방문한 만성폐쇄성폐질환 환자의 증상 악화에 미세먼지, 강수량, 상대습도, 일교차 등 4가지의 기상요소가 관련성을 보였으며, 그 중 미세먼지는 10개가 선택되어 만성폐쇄성폐질환 악화와 가장 연관성이 많다고 보고하였다.

이와 같이, 미세먼지·초미세먼지는 심·뇌혈관계 및 호흡기계 질환의 증상을 악화시키고 그 증상은 매우 다양하게 나타날 수 있으며, 심·뇌혈관계 및 호흡기계 증상의 악화는 순식간에 응급상황으로 이어질 수 있다. 이러한 응급환자는 즉시 필요한 처치를 받지 않으면 생명을 보존할 수 없거나 주요 장기에 영구적인 기능 손상이 생길 수 있으므로 빠른 시간 내에 적절한 치료를 받는 것이 중요하며, 응급의료체계에서 병원 전 단계의 신속하고 적절한 처치와 이송은 환자의 예후에 중요한 영향을 미친다[7]. 119구급대원은 환자상태를 신속·정확하게 파악하고 정확한 환자정보를 제공하여 적절한 응급처치가 이루어지게 함으로써 환자 상태가 악화되지 않도록 하고, 병원에서의 전문 인명구조술 중재의 필요·이용·수행을 위한 기초정보를 제공할 수 있다[8].

도시화, 공업화가 급속히 진행되면서 크고 작은

각종 사고의 발생과 함께 응급환자 발생건수도 빠르게 증가하고 있으며, 인구의 노령화 및 식생활 습관 등으로 심뇌혈관질환과 호흡기질환 등 신속한 처치를 요하는 질환이 급격히 상승하고 있다 [9]. 이와 더불어 최근 심각한 사회문제로 떠오르는 고농도 미세먼지는 국민들에게 있어 건강에 대한 염려를 증가시킨다. 그러나 현재 응급의료체계에서, 증가하는 고령화 인구 및 심뇌혈관 및 호흡기 질환에 대해 고농도 미세먼지와 관련된 예방·대비 체계와 같은 미세먼지에 대한 매뉴얼은 미비한 실정이다. 이에 본 연구는 미세먼지가 병원 전 단계에서 심뇌혈관계 및 호흡기계 환자의 증상 발생에 미치는 영향을 분석하여 응급의료체계에서 119구급서비스 대응력을 향상시키는데 기초자료를 제공하고자 한다.

2. 연구의 목적

본 연구의 구체적인 목적은 다음과 같다.

- 1) 최근 3년간 미세먼지·초미세먼지 농도의 특성을 파악한다.
- 2) 대상자의 일반적 특성과 증상 및 징후를 파악한다.
- 3) 미세먼지·초미세먼지 농도에 따른 대상자의 일반적 특성의 차이를 파악한다.
- 4) 미세먼지·초미세먼지 농도에 따른 심폐정지·심혈관계·뇌혈관계·호흡기계 증상 및 징후의 차이를 파악한다.
- 5) 미세먼지·초미세먼지 농도가 심폐정지·심혈관계·뇌혈관계·호흡기계 증상 및 징후 환자의 119구급 출동에 미치는 영향을 파악한다.

3. 연구의 제한점

본 연구는 병원 전 단계에서 구급활동일지의 환자 증상을 이용한 연구로 실제 질환은 중복되어 나타나는 증상이 많으나 본 연구는 계통별로 대표적

이며 특징적인 증상으로 한정하여 분류하였으며, 환자의 증상을 최종 진단명까지 추적하여 비교하지 못하였다. 또한, 미세먼지와 초미세먼지만을 대상으로 한 연구로 심·뇌혈관계 및 호흡기계 질환에 영향을 주는 다른 변수와 미세먼지 외의 기상학적 요소를 반영하지 못하였다. 그럼에도 불구하고, 본 연구는 미세먼지가 응급의료체계에서 환자의 증상 발생에 미치는 영향을 파악하여 미세먼지 증가에 따른 응급의료서비스 대처 능력 향상에 기초자료를 제시할 수 있을 것이다.

II. 연구방법

1. 연구설계

본 연구는 2016년 1월 1일부터 2018년 12월 31일까지 인천광역시의 미세먼지(PM₁₀)·초미세먼지(PM_{2.5}) 농도와 구급활동일지를 종합하여 분석한 서술적 조사연구이다.

2. 연구대상

2016년 1월 1일부터 2018년 12월 31일까지 3년간 인천광역시의 119구급서비스를 이용하여 병원으로 이송된 환자는 총 299,147명이었으며, 환자 발생유형이 '질병'(질병외 제외)이면서 심폐정지·심혈관계·뇌혈관계·호흡기계 증상을 호소한 환자는 49,957명이었다. 본 연구는 그 중 나이가 15세 미만인 3,568명을 제외한 46,389명을 대상으로 하였다.

3. 자료수집 방법

1) 미세먼지·초미세먼지 농도

미세먼지(PM₁₀)란 입자의 지름이 10 μ m 이하, 초미세먼지(PM_{2.5})란 입자의 지름이 2.5 μ m 이하

인 먼지를 의미한다[10]. 본 연구에서 미세먼지·초미세먼지 농도는 한국환경공단 ‘에어코리아’에서 제공하는 국립환경과학원의 최종확정자료를 사용하였으며, 2016년 1월 1일부터 2018년 12월 31일까지 인천광역시 도시대기측정망의 17개 측정소에서 측정된 미세먼지·초미세먼지의 시간대별 평균값을 이용하여 기술통계량을 구하였다. 미세먼지·초미세먼지 농도에 따른 구급활동일지 항목 차이를 나타내기 위해 구급활동일지 신고시간에 따른 시간대별 평균값(lag0)을 이용하였다. 미세먼지·초미세먼지 예보등급은 환경부 대기오염 예측발표의 대상지역 및 기준과 내용 등에 관한 고시 제2조[11] 기준에 따라 미세먼지 ‘좋음(0~30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)’, ‘보통(31~80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)’, ‘나쁨(81~150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)’, ‘매우 나쁨(151 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이상)’, 초미세먼지 ‘좋음(0~15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)’, ‘보통(16~35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)’, ‘나쁨(36~75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)’, ‘매우 나쁨(76 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이상)’으로 분류하였다. 본 연구의 최종 미세먼지·초미세먼지 자료는 각각 46,389건이었다. Ha 등[5]에 의하면 특정한 날의 대기오염 농도의 변화가 당일 인체에 영향을 미치게 되면 그 효과는 하루에서 이틀 후에 나타나는 것으로 보고되어, 시차에 따라 자료를 수집하였다. 이에 증상 발생 당일(lag0), 1일전(lag1), 2일전(lag2)의 시차(Lag time)에 따른 차이를 알아보기 위해 미세먼지·초미세먼지의 일 평균값을 이용하였다.

2) 구급활동일지

본 연구는 2016년 1월 1일부터 2018년 12월 31일까지 3년간, 인천광역시내 119구급대원이 심폐정지·심혈관계·뇌혈관계·호흡기계 증상을 호소하여 병원으로 이송한 환자를 대상으로 작성한 구급활동일지를 수집하여 사용하였다. 구급활동일지의 내용 중 신고시간, 환자의 연령, 성별, 발생 유형, 병력, 의식상태, 환자분류, 증상에 대해 자료를 수집하였으며, 총 46,389건을 대상으로 분석하였다.

4. 분석방법

수집된 자료는 SPSS statistics ver. 24.0을 이용하여 분석하였다. 최근 3년 미세먼지·초미세먼지 기술통계는 평균과 표준편차, 최소값과 최대값을 이용하였고, 대상자의 일반적 특성은 빈도와 백분율, 평균과 표준편차를 이용하여 분석하였다. 미세먼지·초미세먼지 농도에 따른 대상자의 일반적 특성 및 증상의 차이를 파악하기 위하여 χ^2 test를 실시하였으며, 미세먼지·초미세먼지 농도가 심폐정지·심혈관계·뇌혈관계·호흡기계 증상 환자의 119구급 출동에 미치는 영향을 파악하기 위하여 로지스틱 회귀분석을 실시하였다.

5. 연구윤리

본 연구는 공주대학교 기관생명윤리위원회로부터 승인(KNU_IRB_2019-30)을 받았으며, 인천광역시에 정보공개청구 신청을 통해 2016년 1월 1일부터 2018년 12월 31일까지 인천소방본부의 구급활동일지를 제공받아 진행하였다.

Ⅲ. 연구결과

1. 미세먼지·초미세먼지 기술통계

미세먼지·초미세먼지 기술통계량은 (Table 1)과 같다. 2016년 1월 1일부터 2018년 12월 31일까지 3년간, 인천광역시에서 한 시간 단위의 시간대별로 측정된 미세먼지(PM_{10}) 농도의 평균은 $44.68\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이며, 초미세먼지($\text{PM}_{2.5}$) 농도의 평균은 $24.42\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이었다. 연도별 미세먼지 농도는 2016년이 평균 $49.72\mu\text{g}/\text{m}^3$, 2018년이 평균 $39.35\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 2016년에 미세먼지 농도가 가장 높고 2018년에 가장 낮게 나타났다. 연도별 초미세먼지 농도는 2016년 초미세먼지 농도 평균이 $26.40\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 가장 높고 2018년 초미세먼지 농

Table 1. Descriptive statistics of PM₁₀ · PM_{2.5} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) (N=26,304^{||})

Variables	Category	Mean	SD	Min	Max	IQR	Range
PM ₁₀		44.68	24.61	4.70	358.55	28.30	353.84
Year	2016	49.72	24.59	8.13	358.55	27.66	350.42
	2017	44.93	24.40	5.79	327.58	26.43	321.80
	2018	39.35	23.73	4.70	301.15	26.32	296.45
Season	Spring [*]	56.55	30.99	4.70	358.55	33.05	353.84
	Summer [†]	34.36	15.12	5.53	97.70	19.95	92.17
	Fall [‡]	40.48	21.76	6.62	301.15	26.89	294.53
	Winter [§]	47.30	22.02	8.13	203.27	25.03	195.14
PM _{2.5}		24.42	15.11	2.00	142.56	13.22	140.56
Year	2016	26.40	14.43	2.00	109.90	19.29	107.90
	2017	25.02	15.49	2.29	107.25	18.83	104.96
	2018	21.82	15.02	2.25	142.56	16.59	140.31
Season	Spring [*]	28.68	15.96	2.00	138.86	21.18	136.86
	Summer [†]	19.80	10.83	2.29	70.42	14.33	68.13
	Fall [‡]	21.63	13.39	2.95	104.56	17.95	101.60
	Winter [§]	27.57	17.48	2.83	142.56	20.35	139.73

^{*}Spring: March ~ May, [†]Summer: June ~ August

[‡]Fall: September ~ November, [§]Winter: December ~ February

^{||}{(24hours*365days)*3years}+24hours

도 평균이 21.82 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 가장 낮았으나, 최대값은 2018년 초미세먼지 농도의 최대값이 142.56 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 가장 높았다. 계절별 미세먼지 농도는 봄(3~5월)의 미세먼지·초미세먼지 농도 평균이 가장 높고, 여름(6~8월)의 미세먼지·초미세먼지 농도 평균이 가장 낮았다.

2. 대상자의 일반적 특성

1) 대상자의 일반적 특성

대상자의 일반적 특성은 <Table 2>와 같다. 총 46,389명 중 대상자의 성별은 남자 50.8%(23,568명), 여자 49.2%(22,819명)이었고, 연령은 50대가 19.7%(9,128명)로 가장 많았으며, 70대 19.2%

(8,888명), 60대 17.8%(8,258명)의 순으로, 평균 연령은 60.3 \pm 18.8세였다. 병력은 '있음' 78.2%(36,262명)로, 고혈압 32.6%(15,111명), 기타 28.5%(13,209명), 당뇨 19.1%(8,857명), 심장질환 13.6%(6,305명), 뇌혈관질환 8.1%(3,739명)순이었다. 119구급대원이 환자를 발견한 당시 의식상태는 명료(A) 78.3%(36,303명), 무반응(U) 8.7%(4,058명), 통증(P) 자극에 반응 6.6%(3,049명), 언어(V) 지시에 반응 6.4%(2,979명)였으며, 119구급대원이 평가한 환자분류는 응급 49.9%(23,167명), 준응급 26.8%(12,431명), 잠재응급 22.7%(10,517명)순이었다.

Table 2. General characteristic of the patients

(N=46,389)

Variables	Category	n	(%)	Mean ± SD
Gender	Male	23,568	(50.8)	
	Female	22,819	(49.2)	
	Unknown	2	(0.004)	
Age(year)	15~19	1,282	(2.8)	60.3 ± 18.8
	20~29	2,492	(5.4)	
	30~39	3,132	(6.8)	
	40~49	5,338	(11.5)	
	50~59	9,128	(19.7)	
	60~69	8,258	(17.8)	
	70~79	8,888	(19.2)	
	80~89	6,582	(14.2)	
	90≤	1,288	(2.8)	
Disease	Yes	36,262	(78.2)	
	Hypertension	15,111	(32.6)	
	Diabetes mellitus	8,857	(19.1)	
	Cerebrovascular disease	3,739	(8.1)	
	Cardiovascular disease	6,305	(13.6)	
	Pulmonary disease	2,009	(4.3)	
	Tuberculosis	137	(0.3)	
	Hepatitis	85	(0.2)	
	Liver cirrhosis	514	(1.1)	
	Allergy	69	(0.1)	
	Cancer	2,542	(5.5)	
	Renal disease	1,032	(2.2)	
	Others	13,209	(28.5)	
	No	8,153	(17.6)	
Unknown	1,974	(4.3)		
Mental status	Alert	36,303	(78.3)	
	Verbal	2,979	(6.4)	
	Pain	3,049	(6.6)	
	Unresponsiveness	4,058	(8.7)	
Triage	Emergency	23,167	(49.9)	
	Semi-emergency	12,431	(26.8)	
	Potential emergency	10,517	(22.7)	
	Others	88	(0.2)	
	Death	66	(0.1)	
	Estimated death	120	(0.3)	

2) 대상자의 증상 및 징후

대상자의 증상 및 징후는 <Table 3>과 같다. 각 환자마다 다수의 증상 및 징후가 있는 경우가 있어 구급활동일지에서 증상 및 징후는 복수로 나타날 수 있으며, 나타난 증상 및 징후는 총 55,776건이었다. 어지러움이 24.8%(13,844건)로 가장 많았으며, 두통 15.9%(8,896건), 호흡곤란 12.2%(6,820건), 의식장애 10.3%(5,727건)순으로 나타났다. 심혈관계와 뇌혈관계 모두에 해당되는 실신은 3.5%(1,930건)이었으며, 심혈관계와 호흡기계 모두에 해당되는 호흡곤란은 12.2%(6,820건), 가슴불편감은 0.8%(420건)이었다.

3. 미세먼지 농도에 따른 구급활동일지 분석

1) 미세먼지·초미세먼지 농도에 따른 일반적 특성 차이

미세먼지(PM₁₀) 농도에 따른 대상자의 일반적 특성 차이는 <Table 4>와 같다. 미세먼지 농도에 따른 대상자의 성별은 통계적으로 유의한 차이가 없었으나 연령($\chi^2=37.873$, $p=.036$)은 통계적으로 유의한 차이가 있었으며, 70대에서 미세먼지 '매우 나쁨'이 21.5%(44명)로 환자 발생 비율이 가장 높았다. 병력($\chi^2=212.711$, $p=.000$)은 통계적으로 유의한 차이가 있었으며, 병력 '있음'은 미

Table 3. Signs and symptoms of patients

(N=55,776)

Criteria	Symptoms	n	(%)	
Cardiopulmonary arrest	Cardiac arrest	3,455	(6.2)	
	Respiratory arrest	3,223	(5.8)	
Cerebrovascular	Syncope	1,930	(3.5)	
	Respiratory	Dyspnea	6,820	(12.2)
Cardiovascular	Respiratory	Chest discomfort	420	(0.8)
		Chest pain	4,334	(7.8)
		Palpitation	770	(1.4)
Cerebrovascular		Mental change	5,727	(10.3)
		Paralysis	2,139	(3.8)
		Convulsion/seizure	2,291	(4.1)
		Dizziness	13,844	(24.8)
		Headache	8,896	(15.9)
Cerebrovascular		Dysarthria	313	(0.6)
		Facial palsy	33	(0.1)
		Hemoptysis	338	(0.6)
Respiratory	Cough	1,043	(1.9)	
	Sputum	200	(0.4)	

*Each patient may have overlapping symptoms.

Table 4. Difference in general characteristics of patients according to PM₁₀

Variables	Category	PM ₁₀								χ^2	p
		Good (n=13,906)		Moderate (n=28,964)		Unhealthy (n=3,314)		Very unhealthy (n=205)			
		n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)		
Gender	Male	7068	(50.8)	14744	(50.9)	1654	(49.9)	102	(49.8)	1,279	.734
	Female	6838	(49.2)	14218	(49.1)	1660	(50.1)	103	(50.2)		
Age (year)	15~19	379	(2.7)	800	(2.8)	94	(2.8)	9	(4.4)	37,873	.036
	20~29	792	(5.7)	1498	(5.2)	193	(5.8)	9	(4.4)		
	30~39	993	(7.1)	1925	(6.6)	203	(6.1)	11	(5.4)		
	40~49	1665	(12.0)	3310	(11.4)	341	(10.3)	22	(10.7)		
	50~59	2785	(20.0)	5656	(19.5)	648	(19.6)	39	(19.0)		
	60~69	2474	(17.8)	5158	(17.8)	589	(17.8)	37	(18.0)		
	70~79	2550	(18.3)	5633	(19.4)	661	(19.9)	44	(21.5)		
	80~89	1885	(13.6)	4170	(14.4)	498	(15.0)	29	(14.1)		
	90≤	383	(2.8)	813	(2.8)	87	(2.6)	5	(2.4)		
Disease	Yes	10285	(74.0)	23151	(79.9)	2660	(80.3)	166	(81.0)	212,711	.000
	No	2954	(21.2)	4655	(16.1)	511	(15.4)	33	(16.1)		
	Unknown	667	(4.8)	1158	(4.0)	143	(4.3)	6	(2.9)		
Mental status	A	11016	(79.2)	22560	(77.9)	2561	(77.3)	166	(81.0)	38,818	.000
	V	901	(6.5)	1878	(6.5)	195	(5.9)	5	(2.4)		
	P	900	(6.5)	1905	(6.6)	223	(6.7)	21	(10.2)		
	U	1089	(7.8)	2621	(9.0)	335	(10.1)	13	(6.3)		
Triage	Emergency	6866	(49.4)	14509	(50.1)	1699	(51.3)	93	(45.4)	16,877	.326
	Semi-emergency	3753	(27.0)	7711	(26.6)	907	(27.4)	60	(29.3)		
	Potential emergency	3208	(23.1)	6574	(22.7)	684	(20.6)	51	(24.9)		
	Others	25	(0.2)	57	(0.2)	6	(0.2)	0	(0.0)		
	Death	23	(0.2)	36	(0.1)	7	(0.2)	0	(0.0)		
	Estimated death	31	(0.2)	77	(0.3)	11	(0.3)	1	(0.5)		

세먼지 ‘매우 나쁨’에서 81.0%(166명), 병력 ‘없음’은 미세먼지 ‘좋음’에서 21.2%(2,954명)로 가장 발생 비율이 높았다. 미세먼지 농도에 따른 대상자의 의식상태($\chi^2=38.818$, $p=.000$)는 통계적으로 유의한 차이가 있었다. ‘통증(P)에 반응’은 미

세먼지 ‘매우 나쁨’에서 10.2%(21명), ‘무반응(U)’은 미세먼지 ‘나쁨’에서 10.1%(335명)로 가장 발생 비율이 높았다. 환자분류는 통계적으로 유의한 차이가 없었다.

초미세먼지(PM_{2.5}) 농도에 따른 환자의 일반적

특성 차이는 <Table 5>와 같다. 초미세먼지 농도에 따른 대상자의 성별과 연령은 통계적으로 유의한 차이가 없었으며, 병력($\chi^2=102.668$, $p=.000$)은 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 병력 ‘있음’

은 초미세먼지 ‘나쁨’에서 80.6%(7,168명), 병력 ‘없음’은 초미세먼지 ‘ 좋음’에서 19.9%(2,975명), ‘미상’은 초미세먼지 ‘매우 나쁨’에서 4.8%(25명)로 가장 높은 발생 비율을 보였다. 대상자의 의식상태

Table 5. Difference in general characteristics of patients according to PM_{2.5}

Variables	Category	PM _{2.5}								χ^2	<i>p</i>
		Good (n=14,943)		Moderate (n=22,033)		Unhealthy (n=8,893)		Very unhealthy (n=520)			
		n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)		
Gender	Male	7585	(50.8)	11215	(50.9)	4496	(50.6)	272	(52.3)	0.777	.855
	Female	7358	(49.2)	10817	(49.1)	4396	(49.4)	248	(47.7)		
Age (year)	15~19	411	(2.8)	603	(2.7)	251	(2.8)	17	(3.3)	25.056	.403
	20~29	804	(5.4)	1161	(5.3)	498	(5.6)	29	(5.6)		
	30~39	1049	(7.0)	1474	(6.7)	570	(6.4)	39	(7.5)		
	40~49	1747	(11.7)	2580	(11.7)	960	(10.8)	51	(9.8)		
	50~59	2955	(19.8)	4366	(19.8)	1701	(19.1)	106	(20.4)		
	60~69	2696	(18.0)	3908	(17.7)	1558	(17.5)	96	(18.5)		
	70~79	2809	(18.8)	4191	(19.0)	1794	(20.2)	94	(18.1)		
	80~89	2073	(13.9)	3128	(14.2)	1306	(14.7)	75	(14.4)		
	90≤	399	(2.7)	622	(2.8)	254	(2.9)	13	(2.5)		
Disease	Yes	11292	(75.6)	17401	(79.0)	7168	(80.6)	401	(77.1)	102.668	.000
	No	2975	(19.9)	3706	(16.8)	1378	(15.5)	94	(18.1)		
	Unknown	676	(4.5)	926	(4.2)	347	(3.9)	25	(4.8)		
Mental status	A	11776	(78.8)	17221	(78.2)	6902	(77.6)	404	(77.7)	15.788	.071
	V	978	(6.5)	1414	(6.4)	559	(6.3)	28	(5.4)		
	P	959	(6.4)	1472	(6.7)	582	(6.5)	36	(6.9)		
	U	1230	(8.2)	1926	(8.7)	850	(9.6)	52	(10.0)		
Triage	Emergency	7437	(49.8)	10989	(49.9)	4450	(50.0)	291	(56.0)	17.711	.278
	Semi-emergency	3998	(26.8)	5927	(26.9)	2372	(26.7)	134	(25.8)		
	Potential emergency	3425	(26.8)	4995	(22.7)	2006	(22.6)	91	(17.5)		
	Others	26	(0.2)	42	(0.2)	19	(0.2)	1	(0.2)		
	Death	22	(0.1)	24	(0.1)	19	(0.2)	1	(0.2)		
	Estimated death	35	(0.2)	56	(0.3)	27	(0.3)	2	(0.4)		

와 환자분류는 통계적으로 유의한 차이가 없었다.

2) 미세먼지·초미세먼지 농도에 따른 심폐정지·심혈관계·뇌혈관계·호흡기계 증상 및 징후의 차이

미세먼지(PM₁₀)·초미세먼지(PM_{2.5}) 농도에 따

른 심폐정지·심혈관계·뇌혈관계·호흡기계 증상 및 징후 차이는 <Table 6>과 같다. 여러 가지 증상 및 징후를 호소하는 환자의 경우 증상이 복수로 체크되어 본 연구에서 계통별 증상 및 징후는 중복 증상이 있을 수 있다.

Table 6. Cardiopulmonary arrest·cardiovascular·cerebrovascular·respiratory signs and symptoms according to PM₁₀ and PM_{2.5}

(Cardiopulmonary arrest n=3,460, Cardiovascular n=18,120, Cerebrovascular n=31,910, Respiratory n=16,869)*

Criteria	Level	Lag	Good		Moderate		Unhealthy		Very unhealthy		χ^2	p
			n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)		
Cardiopulmonary arrest	PM ₁₀	0 [†]	937	(6.7)	2209	(7.6)	302	(9.1)	12	(5.9)	25.548	.000
		1 [†]	751	(6.2)	2517	(7.9)	182	(7.7)	10	(6.5)	36.796	.000
		2 [‡]	794	(6.5)	2444	(7.7)	214	(9.0)	8	(6.4)	25.988	.000
	PM _{2.5}	0 [†]	1051	(7.0)	1618	(7.3)	744	(8.4)	47	(9.0)	16.829	.001
		1 [†]	822	(6.6)	1937	(7.5)	687	(8.6)	14	(7.0)	29.299	.000
		2 [‡]	805	(6.4)	2007	(7.8)	632	(7.9)	16	(7.8)	26.813	.000
Cardiovascular	PM ₁₀	0 [†]	5561	(40.0)	11161	(38.5)	1317	(39.7)	81	(39.5)	9.080	.028
		1 [†]	4902	(40.6)	12191	(38.3)	971	(41.0)	56	(36.1)	23.277	.000
		2 [‡]	4937	(40.6)	12184	(38.4)	955	(40.1)	44	(35.2)	20.620	.000
	PM _{2.5}	0 [†]	5972	(40.0)	8542	(38.8)	3365	(37.8)	241	(46.3)	23.097	.000
		1 [†]	5011	(40.1)	9915	(38.6)	3094	(38.7)	100	(49.8)	18.556	.000
		2 [‡]	5091	(40.6)	9860	(38.5)	3077	(38.4)	92	(44.9)	20.879	.000
Cerebrovascular	PM ₁₀	0 [†]	9536	(68.6)	20057	(69.2)	2173	(65.6)	144	(70.2)	19.333	.000
		1 [†]	8326	(69.0)	21901	(68.9)	1573	(66.4)	110	(71.0)	7.136	.068
		2 [‡]	8375	(68.9)	21858	(68.9)	1588	(66.7)	89	(71.2)	5.311	.150
	PM _{2.5}	0 [†]	10238	(68.5)	15307	(69.5)	6038	(67.9)	327	(62.9)	17.075	.001
		1 [†]	8602	(68.9)	17779	(69.2)	5411	(67.7)	118	(58.7)	15.236	.002
		2 [‡]	8673	(69.2)	17646	(68.8)	5470	(68.3)	121	(59.0)	10.804	.013
Respiratory	PM ₁₀	0 [†]	5171	(37.2)	10403	(35.9)	1218	(36.8)	77	(37.6)	11.692	.009
		1 [†]	4535	(37.6)	11371	(35.8)	909	(38.4)	54	(34.8)	16.767	.001
		2 [‡]	4544	(37.4)	11402	(35.9)	875	(36.8)	48	(38.4)	8.693	.034
	PM _{2.5}	0 [†]	5539	(37.1)	7944	(36.1)	3170	(35.6)	216	(41.5)	12.103	.007
		1 [†]	4662	(37.3)	9220	(35.9)	2889	(36.2)	98	(48.8)	21.272	.000
		2 [‡]	4697	(37.5)	9196	(35.9)	2891	(36.1)	85	(41.5)	11.919	.008

*Each patient may have overlapping symptoms.

[†]lag0: The day of symptom

[†]lag1: 1 day before symptom onset

[‡]lag2: 2 day before symptom onset

미세먼지·초미세먼지 농도에 따른 심폐정지는 모든 시차(lag)에서 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 심폐정지는 증상 발생 당일(lag0) 미세먼지 '나쁨'에서 9.1%(302명)($\chi^2=25.548$, $p=.000$, lag0), 증상 발생 1일전(lag1) 미세먼지 '보통'에서 7.9%(2,517명)($\chi^2=36.796$, $p=.000$, lag1), 증상 발생 2일전(lag2) 미세먼지 '나쁨'에서 9.0%(214명)($\chi^2=25.988$, $p=.000$, lag2)로 가장 발생 비율이 높았으며, 증상 발생 당일(lag0) 초미세먼지 '매우 나쁨'에서 9.0%(47명)($\chi^2=16.829$, $p=.001$, lag0), 증상 발생 1일전(lag1) 초미세먼지 '나쁨'에서 8.6%(687명)($\chi^2=29.299$, $p=.000$, lag1), 증상 발생 2일전(lag2) 초미세먼지 '나쁨'에서 7.9%(632명)($\chi^2=26.813$, $p=.000$, lag2)로 발생 비율이 가장 높았다.

미세먼지·초미세먼지 농도에 따른 심혈관계는 모든 시차(lag)에서 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 미세먼지 농도에 따른 심혈관계는 증상 발생 1일전(lag1) 미세먼지 '나쁨'에서 41.0%(971명)로 발생 비율이 가장 높았으며($\chi^2=23.277$, $p=.000$, lag1), 초미세먼지 농도에 따른 심혈관계는 증상 발생 당일(lag0) 초미세먼지 '매우 나쁨'에서 46.3%(241명)($\chi^2=23.097$, $p=.000$, lag0), 증상 발생 1일전(lag1) 초미세먼지 '매우 나쁨'에서 49.8%(100명)($\chi^2=18.556$, $p=.000$, lag1), 증상 발생 2일전(lag2) 초미세먼지 '매우 나쁨'에서 44.9%(92명)($\chi^2=20.879$, $p=.000$, lag2)로 발생 비율이 가장 높았다.

미세먼지 농도에 따른 뇌혈관계는 증상 발생 당일(lag0)에 통계적으로 유의한 차이가 있었으며, 증상 발생 당일(lag0) 미세먼지 '매우 나쁨'에서 70.2%(144명)로 가장 발생 비율이 높았다($\chi^2=19.333$, $p=.000$, lag0). 초미세먼지 농도에 따른 뇌혈관계는 모든 시차(lag)에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 초미세먼지 농도에 따른 뇌혈관계는 증상 발생 당일(lag0) 초미세먼지 '보

통'에서 69.5%(15,307명)($\chi^2=17.075$, $p=.001$, lag0), 증상 발생 1일전(lag1) 초미세먼지 '보통'에서 69.2%(17,779명)($\chi^2=15.236$, $p=.002$, lag1)로 가장 발생 비율이 높았다.

미세먼지·초미세먼지 농도에 따른 호흡기계는 모든 시차(lag)에서 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 미세먼지 농도에 따른 호흡기계는 증상 발생 당일(lag0) 미세먼지 '매우 나쁨'에서 37.6%(77명)($\chi^2=11.692$, $p=.009$, lag0), 증상 발생 1일전(lag1) 미세먼지 '나쁨'에서 38.4%(909명)($\chi^2=16.767$, $p=.001$, lag1), 증상 발생 2일전(lag2) 미세먼지 '매우 나쁨'에서 38.4%(48명)($\chi^2=8.693$, $p=.034$, lag2)로 가장 발생 비율이 높았다. 초미세먼지 농도에 따른 호흡기계는 증상 발생 당일(lag0) 초미세먼지 '매우나쁨'에서 41.5%(216명)($\chi^2=12.103$, $p=.007$, lag0), 증상 발생 1일전(lag1) 초미세먼지 '매우 나쁨'에서 48.8%(98명)($\chi^2=21.272$, $p=.000$, lag1), 증상 발생 2일전(lag2) 초미세먼지 '매우 나쁨'에서 41.5%(85명)($\chi^2=11.919$, $p=.008$, lag2)로 가장 발생 비율이 높았다.

3) 미세먼지·초미세먼지 농도가 심폐정지·심혈관계·뇌혈관계·호흡기계 증상 및 징후 환자의 119구급 출동에 미치는 영향

미세먼지·초미세먼지 농도가 심폐정지·심혈관계·뇌혈관계·호흡기계 증상 및 징후 환자의 119구급 출동에 미치는 영향은 <Table 7>과 같다.

심폐정지 환자에 대한 출동은 미세먼지와 초미세먼지 농도 증가에 따라 모든 시차(lag)에서 통계적으로 유의하게 증가되었다. 미세먼지 농도가 $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ 증가하면, 심폐정지 환자에 대한 119구급 출동이 발생할 가능성은 발생하지 않을 가능성에 비해 증상 발생 당일(lag0)에 1.028배(95% CI=1.014~1.041, $p=.000$, lag0), 증상 발생 1일

Table 7. Effects of PM₁₀ and PM_{2.5} on 119 dispatch in patients with cardiopulmonary arrest · cardiovascular · cerebrovascular · respiratory signs and symptoms

Criteria	Level	Lag	OR (95% CI [§] of OR)	<i>p</i>
Cardiopulmonary arrest	PM ₁₀	0 [*]	1.028 (1.014, 1.041)	.000
		1 [†]	1.040 (1.024, 1.056)	.000
		2 [‡]	1.032 (1.016, 1.049)	.000
	PM _{2.5}	0 [*]	1.046 (1.024, 1.068)	.000
		1 [†]	1.061 (1.035, 1.088)	.000
		2 [‡]	1.036 (1.010, 1.063)	.006
Cardiovascular	PM ₁₀	0 [*]	0.992 (0.985, 0.999)	.044
		1 [†]	0.990 (0.982, 0.999)	.030
		2 [‡]	0.987 (0.978, 0.996)	.004
	PM _{2.5}	0 [*]	0.992 (0.981, 1.004)	.202
		1 [†]	0.996 (0.982, 1.010)	.602
		2 [‡]	0.992 (0.978, 1.006)	.241
Cerebrovascular	PM ₁₀	0 [*]	0.995 (0.987, 1.003)	.236
		1 [†]	0.992 (0.983, 1.001)	.080
		2 [‡]	0.994 (0.985, 1.003)	.208
	PM _{2.5}	0 [*]	0.985 (0.973, 0.997)	.017
		1 [†]	0.975 (0.961, 0.990)	.001
		2 [‡]	0.984 (0.969, 0.998)	.028
Respiratory	PM ₁₀	0 [*]	0.992 (0.985, 0.999)	.044
		1 [†]	0.992 (0.983, 1.001)	.076
		2 [‡]	0.990 (0.981, 0.999)	.029
	PM _{2.5}	0 [*]	0.997 (0.985, 1.009)	.612
		1 [†]	1.003 (0.989, 1.018)	.632
		2 [‡]	0.998 (0.984, 1.012)	.781

*lag0: The day of symptom

†lag2: 2 day before symptom onset

†lag1: 1 day before symptom onset

§ CI: Confidence interval

전(lag1)에 1.040배(95% CI=1.024~1.056, *p*=.000, lag1), 증상 발생 2일전(lag2)에 1.032배(95% CI=1.016~1.049, *p*=.000, lag2) 증가하였다. 초미세먼지 농도가 10 μ g/m³ 증가하면, 심폐정지 환자에 대한 119구급 출동이 발생할 가

능성은 발생하지 않을 가능성에 비해 증상 발생 당일(lag0)에 1.046배(95% CI=1.024~1.068, *p*=.000, lag0), 증상 발생 1일전(lag1)에 1.061배(95% CI=1.035~1.088, *p*=.000, lag1), 증상 발생 2일전(lag2)에 1.036배(95% CI=1.010~

1.063, $p=.006$, lag2) 증가하였다. 따라서 미세먼지 농도가 $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ 증가할수록 심폐정지 환자에 대한 119구급 출동이 발생할 가능성은 발생하지 않을 가능성에 비해 증상 발생 당일(lag0)에 2.8%, 증상 발생 1일전(lag1)에 4.0%, 증상 발생 2일전(lag2)에 3.2% 증가하였으며, 초미세먼지 농도가 $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ 증가할수록 심폐정지 환자에 대한 119구급 출동이 발생할 가능성은 발생하지 않을 가능성에 비해 증상 발생 당일(lag0)에 4.6%, 증상 발생 1일전(lag1)에 6.1%, 증상 발생 2일전(lag2)에 3.6% 증가하였다.

심혈관계 증상 환자에 대한 출동은 미세먼지 농도 증가에 따라 모든 시차(lag)에서 통계적으로 유의하게 감소되었으나, 초미세먼지 농도 증가에 따라서는 통계적으로 유의하지 않은 것으로 나타났다. 미세먼지 농도가 $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ 증가하면 심혈관계 증상 환자에 대한 119구급 출동이 발생할 가능성은 발생하지 않을 가능성에 비해 증상 발생 당일(lag0)에 0.992배(95% CI=0.985~0.999, $p=.044$, lag0), 증상 발생 1일전(lag1)에 0.990배(95% CI=0.982~0.999, $p=.030$, lag1), 증상 발생 2일전(lag2)에 0.987배(95% CI=0.978~0.996, $p=.004$, lag2), 미세먼지 농도가 $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ 증가할수록 심혈관계 증상 환자에 대한 119구급 출동은 모든 시차(lag)에서 약 1% 감소하였다.

뇌혈관계 증상 환자에 대한 출동은 미세먼지 농도 증가에 따라서는 통계적으로 유의하지 않았으나, 초미세먼지 농도 증가에 따라 모든 시차(lag)에서 통계적으로 유의하게 감소되었다. 초미세먼지 농도가 $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ 증가하면 뇌혈관계 증상 환자에 대한 119구급 출동이 발생할 가능성은 발생하지 않을 가능성에 비해 증상 발생 당일(lag0)에 0.985배(95% CI=0.973~0.997, $p=.017$, lag0), 증상 발생 1일전(lag1)에 0.975배(95% CI=0.961~0.990, $p=.001$, lag1), 증상 발생 2일전(lag2)에 0.984배(95% CI=0.969~0.998, $p=.028$,

lag2), 초미세먼지 농도가 $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ 증가할수록 뇌혈관계 증상 환자에 대한 119구급 출동은 모든 시차(lag)에서 약 2% 감소하였다.

호흡기계 증상 환자에 대한 출동은 미세먼지 농도 증가에 따라 증상 발생 당일(lag0)과 증상 발생 2일전(lag2)에 통계적으로 유의하게 감소되었으나, 초미세먼지 농도 증가에 따라서는 통계적으로 유의하지 않았다. 미세먼지 농도가 $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ 증가하면 호흡기계 증상 환자에 대한 119구급 출동이 발생할 가능성은 발생하지 않을 가능성에 비해 증상 발생 당일(lag0)에 0.992배(95% CI=0.985~0.999, $p=.044$, lag0), 증상 발생 2일전(lag2)에 0.990배(95% CI=0.981~0.999, $p=.029$, lag2), 미세먼지 농도가 $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ 증가할수록 호흡기계 증상 환자에 대한 119구급 출동은 증상 발생 당일(lag0)과 증상 발생 2일전(lag2)에 약 1% 감소하였다.

IV. 고 찰

우리나라의 미세먼지(PM_{10}) 농도는 2001~2006년까지는 $51\sim 61\mu\text{g}/\text{m}^3$ 사이를 오르내렸으나, ‘수도권 대기환경관리 기본계획(2005~2014년)’ 등의 시행으로 2007년부터 감소 추세를 보였다[1]. 그러나 국민들은 미세먼지 문제가 더 심각해졌다고 느끼고 있으며, 실제로 2018년 초미세먼지 주의보 발령 횟수는 서울 8회, 인천 23회, 경기 43회로 2017년(서울 5회, 인천 19회, 경기 30회)에 비해 증가하였다. 본 연구에서 2016년 1월 1일부터 2018년 12월 31일까지 인천광역시 시간대별 미세먼지(PM_{10})·초미세먼지($\text{PM}_{2.5}$) 기술통계량을 분석한 결과 미세먼지 농도의 평균은 $44.68\mu\text{g}/\text{m}^3$, 초미세먼지 농도의 평균은 $24.42\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이었으며, 연도별 미세먼지·초미세먼지 농도의 평균은 2016년에 가장 높고, 2018년에 가장

낮았으나, 최대값은 2018년 초미세먼지 농도의 최대값이 $142.56\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 가장 높았다. 「대기환경보전법 시행규칙」 제14조 [별표 7]에 따르면 ‘초미세먼지 주의보’ 발령기준은 기상조건 등을 고려하여 해당지역의 대기자동측정소의 $\text{PM}_{2.5}$ 시간당 평균농도가 $75\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이상 2시간 이상 지속인 때, ‘초미세먼지 경보’ 발령기준은 기상조건 등을 검토하여 대기자동측정소의 $\text{PM}_{2.5}$ 시간당 평균농도가 $150\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이상 2시간 이상 지속인 때를 의미한다[12]. 2017년과 비교하여 2018년에 미세먼지 농도가 낮았음에도 불구하고, 주의보 발령횟수가 늘어난 것은 초미세먼지가 특정 날짜나 시간대에 집중되는 경향을 보이고 있다는 것을 의미한다[13]. 응급의료체계가 발전하면서 소방청은 매년 증가하는 119구급 수요와 인구 변화에 맞춰 119구급대를 증설하고 구급서비스의 품질을 지속적으로 높이기 위한 정책을 시행하고 있다. 소방청에 따르면 119구급대는 2017년은 278만 8,101건을 출동하고 181만 7,526명을 병원에 이송하였으며, 2018년은 292만 4,899건을 출동하고, 187만 9,725명을 이송하였다[14]. 점점 증가하는 응급의료서비스 이용에 따라 응급의료체계에서 고농도 미세먼지의 시기에 건강이 악화될 가능성이 있는 고위험군 환자의 특성을 파악하여 국민과 119구급대원을 대상으로 교육과 홍보를 시행하고, 응급의료체계에서 미세먼지에 대한 예방 및 대비가 필요할 것으로 사료된다.

병원 전 심정지와 미세먼지와의 연관성을 알아보기 위한 Silverman 등[15]의 연구에서 대상자는 남자가 여자보다 약간 더 많았고 평균 연령은 65.6세였으며, 각결막염, 허혈성 심질환, 뇌졸중으로 인한 응급실 방문과 미세먼지 농도와의 관계를 파악하기 위한 Lee[16]의 연구에서는 남자와 60세 이상 80세 미만의 연령대가 가장 많은 것으로 나타나 본 연구와 유사한 결과를 보였다.

2018년 119구급서비스를 이용한 환자의 의식상

태는 명료(A) 92.0%, 언어(V)에 반응 3.5%, 통증(P)에 반응 2.5%, 무반응(U) 2.1% 순이었으며, 환자분류는 잠재응급이 40.9%로 가장 많았고, 준응급 30.6%, 응급 26.6%, 대상외 1.7% 순으로 나타나 본 연구의 결과와는 차이가 있었다[14]. 이는 본 연구가 심뇌혈관계 및 호흡기계 증상을 호소한 환자를 대상으로 진행된 연구로, 일반 환자보다 중증도가 높은 환자들이 많아 나타난 결과로 사료된다.

본 연구에서 미세먼지·초미세먼지 농도에 따른 대상자의 병력은 고혈압 32.6%(15,111명), 기타 28.5%(13,209명), 당뇨 19.1%(8,857명), 심장질환 13.6%(6,305명), 뇌혈관질환 8.1%(3,739명) 순으로 나타났는데, 이는 「심뇌혈관질환의 예방 및 관리에 관한 법률」 제2조에 따라 “심뇌혈관질환”에 해당한다[17]. Sun 등[18]은 미세먼지 농도가 증가할수록 심뇌혈관질환으로 인한 입원 위험이 증가했으며, Lee[19]는 미세먼지 농도가 $27.53\mu\text{g}/\text{m}^3$ 증가할 때마다 심뇌혈관 질환으로 인한 사망 발생 가능성이 1.01배 증가한다고 보고하였다. 또한, 「미세먼지 저감 및 관리에 관한 특별법 시행령」 제14조에 따르면 ‘어린이·영유아·노인·임산부·호흡기질환자·심장질환자 등 미세먼지 노출에 민감한 계층’을 미세먼지로부터 취약한 계층(“취약계층”)으로 분류하고 있다[20]. 따라서 미세먼지 농도가 높아지는 시기에 현장에서 119구급대원은 고혈압, 당뇨, 심장질환, 뇌혈관질환, 호흡기질환을 포함한 취약계층 환자를 평가할 때 미세먼지에 대한 영향도 고려해야 할 것이다.

119구급대원은 신고시간, 환자 발생 위치, 현장 상황, 현장부터 병원에 도착하기 전까지 환자의 의식 등 상태 변화에 대한 정보를 구급활동일지에 기록하고, 이는 병원 의료진들에게 병원 내에서는 알 수 없는 환자에 대한 정보를 제공한다. 구급활동일지는 사고가 일어난 정확한 위치와 응급 서비스를 요청한 시간 및 그 당시의 정확한 환자 상태

가 기록되어 있다. 대기 오염은 공간적 및 시간적으로 변화가 나타날 수 있기 때문에 구급활동일지는 단기 대기 질 연구에 유용하다[21]. 본 연구에서 미세먼지·초미세먼지 농도에 따른 심폐정지는 모든 시차(lag)에서 통계적으로 유의한 차이가 있었으며, 증상 발생 당일 기준으로 심폐정지는 미세먼지 '나쁨'에서 9.1%(302명), 초미세먼지 '매우 나쁨'에서 9.0%(47명)로 가장 발생 비율이 높았다. 또한, 심폐정지 환자에 대한 119구급 출동이 발생할 가능성은 발생하지 않을 가능성에 비해, 미세먼지 농도가 $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ 증가할수록 증상 발생 당일부터 2일전까지 2.8~4.0% 증가하였으며, 초미세먼지 농도가 $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ 증가할수록 3.6~6.1% 증가하였다. Forastiere 등[22]은 극초미세먼지($\text{PM}_{1.0}$)가 증가할수록 관상동맥질환으로 인한 병원 전 심정지의 사망률이 7.6%(CI 2.0~13.6%) 증가하며, 미세먼지(PM_{10})가 증가할수록 병원 전 심정지의 사망률이 4.8%(CI 0.1~9.8%) 증가한다고 보고하였다. Teng 등[23]은 대기오염과 병원 전 심정지(OHCA) 발생과의 연관성을 보기 위해 전자 자료를 검토하였고, 5개의 연구에서 미세먼지(특히 초미세먼지) 노출과 병원 전 심정지사이의 중요한 연관성을 발견하였으며, 미세먼지 사분위수 범위 증가에 따라 심정지 당일(lag0)에서 최대 심정지 발생 4일 전(lag4)까지 병원 전 심정지의 발생률이 2.4%~7.0% 증가한다고 보고하였다. 본 연구와 선행연구의 결과는 일치하는 것으로 나타났으며, 따라서 미세먼지 농도의 증가는 병원 전 심정지의 발생과 연관성이 있었다. 병원 전 심정지의 원인은 만성질환 등 심뇌혈관질환 등인 경우가 많으며 이는, 미세먼지가 허혈성심장질환, 부정맥 등의 심뇌혈관질환에 영향을 미친다는 이전의 연구결과와도 연결된다[15].

Johnston 등[21]은 병원 전 단계에서 초미세먼지 농도 증가와 저혈당, 실신, 심혈관계 및 호흡기계 질환에 대한 구급대원 평가 사이에 관련성이

있음을 보고하였다. 본 연구에서 미세먼지 농도에 따른 심혈관계·호흡기계는 모든 시차(lag)에서 통계적으로 유의한 차이가 있었으며, 미세먼지 농도에 따른 뇌혈관계는 증상 발생 당일에 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 초미세먼지 농도에 따른 심혈관계·뇌혈관계·호흡기계는 모든 시차(lag)에서 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 선행 연구에서 미세먼지 농도가 높은 지역에서 장기간 거주하는 것이 단기간 거주할 때보다 초미세먼지 $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ 당 심혈관질환의 상대위험도를 1.06~1.76배 정도 높인다는 코호트 연구가 보고되었다[24]. Dominici 등[25]은 초미세먼지와 관련하여 부상을 제외한 모든 건강 결과에 대해 병원 입원율이 단기적으로 증가하였으며 가장 큰 연관성은 심부전과 관련이 있었고, 당일 초미세먼지가 $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ 증가할 때, 심부전의 위험이 1.28%(95% CI 0.78~1.78%) 증가한다고 보고하였다. Jo 등[26]은 미세먼지(PM_{10}) 농도가 $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ 증가할 때 뇌혈관질환 사망률이 10% 증가하고, 초미세먼지($\text{PM}_{2.5}$) 농도가 $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ 증가할 때 뇌혈관질환으로 인한 사망 발생 위험도가 80% 증가하고 뇌졸중 또한 20% 이상 증가시키며, 뇌혈관질환에 의한 입원율도 증가시킨다고 하였다. Andersen 등[27]은 극초미세먼지($\text{PM}_{1.0}$)에 대한 노출은 심방세동이 없는 경증 허혈성 뇌졸중의 입원을 21%(5일 평균 사분위수 범위; 95% CI 4~41%) 증가한다고 보고하였다.

본 연구에서, 미세먼지 농도가 $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ 증가할수록 심혈관계 증상 환자에 대한 119구급 출동이 발생할 가능성은 발생하지 않을 가능성에 비해 모든 시차(lag)에서 약 1% 감소하였으며, 호흡기계 증상 환자에 대한 119구급 출동은 증상 발생 당일과 증상 발생 2일전에 약 1% 감소하였다. 초미세먼지 농도가 $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ 증가할수록 뇌혈관계 증상 환자에 대한 119구급 출동은 모든 시차(lag)에서 약 2% 감소하였다. 미세먼지·초미세먼지

농도 $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ 증가에 따라 심뇌혈관계 및 호흡기계 증상에서 오히려 119구급 출동이 감소된 이유는 약 1~2%로 크게 차이가 있는 것은 아니지만, 미세먼지 주의보·경보 등의 예보를 통해 심뇌혈관계 및 호흡기계 환자들이 미세먼지 농도가 증가하면 외부 활동을 자제하는 것으로 해석된다. 또한, 미세먼지 농도 증가 시 일반적으로 미세먼지로부터 호흡기를 보호하기 위해 권고되는 황사마스크 또는 방역용 마스크를 착용한 환자도 증가했을 것으로 추정된다. 그러나 미세먼지 농도가 높은 지역에서 여과기능을 갖춘 마스크(황사마스크 또는 방역용 마스크)들은 미세먼지의 체내 유입을 막아 미세먼지로 인한 인체 유해성을 예방할 수 있어 일반인뿐 아니라 심혈관질환자들에게 권고할 수 있지만, 폐기능이 약하여 호흡부전을 동반하고 있는 만성 호흡기질환자들에게 안면부에 밀착되는 마스크의 사용은 환자의 호흡을 방해할 가능성이 있어 권고에 신중한 필요가 있다[3]. 본 연구의 이러한 결과에 대해서는 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다. 이와 같이, 미세먼지 농도는 심혈관계·뇌혈관계·호흡기계 질환의 사망 및 병원 입원에 영향을 미치며 병원 전 단계의 증상에 영향을 미친다는 것을 선행연구와 본 연구결과를 통해 확인할 수 있었다.

따라서 증가하는 심뇌혈관 및 호흡기계 질환에서 고농도 미세먼지에 따른 환자 발생 증가에 대한 응급의료체계의 대응과 관리가 필요하다.

V. 결 론

1. 결론

본 연구는 3년간의 미세먼지·초미세먼지 농도와 119구급활동일지를 분석하여, 미세먼지·초미세먼지 농도에 따른 대상자의 특성과 병원 전 단

계에서 미세먼지·초미세먼지 농도가 심·뇌혈관계 및 호흡기계 증상 발생에 미치는 영향을 파악함으로써 119구급서비스 대응력을 향상시키는데 기초자료를 제공하고자 하였다.

연구결과 60세 이상의 연령대 및 심뇌혈관 질환 및 호흡기계 질환자는 미세먼지 취약계층으로 볼 수 있으며, 미세먼지·초미세먼지 농도에 따른 심폐정지·심혈관계·뇌혈관계·호흡기계 증상은 유의한 차이가 있었다. 또한, 미세먼지·초미세먼지 농도의 증가에 따라 심폐정지 환자에 대한 119구급 출동은 증가하였다.

따라서 고농도 미세먼지가 심해지는 시기인 봄·겨울에 건강이 악화될 수 있는 미세먼지 고위험군 환자의 특성과 위험성에 대해 국민과 119구급대원에게 교육과 홍보가 필요하며, 병원 전 단계에서 119구급대원은 미세먼지 취약계층의 특성을 파악하여 신속하고 정확한 환자평가와 전문적인 응급처치를 시행해야 한다. 추가적으로, 미세먼지로 인한 증상 발생의 증가와 악화를 방지하기 위해 고농도 미세먼지에 대한 응급의료체계에서의 예방, 대비 및 대응 체계가 마련되어야 할 것이다.

2. 제언

본 연구결과를 토대로 다음과 같은 제언을 하고자 한다.

첫째, 미세먼지와 관련하여 병원 전 단계의 환자의 증상과 최종 진단명을 비교한 연구가 필요하다.

둘째, 미세먼지를 포함한 기상학적 요인과 심·뇌혈관계 및 호흡기계 증상에 영향을 미칠 수 있는 여러 변수를 반영한 심층적인 추가 연구가 필요하다.

ORCID ID

Ji-Yeon Koo

0000-0003-0673-6177

Keun-Ja Cho

0000-0001-6630-0274

References

1. Ministry of Environment. What is the particulate matter. Available at: <http://me.go.kr/home/web/board/read.do?menuId=10181&orgCd=&boardId=627350&boardMasterId=54>, 2016.
2. Ministry of Environment. Particulate matter misunderstanding and truth, ask anything. Available at: <http://me.go.kr/ebook/186/#page=1>, 2019.
3. Kyung SY, Kim YS, Kim WJ, Park MS, Song JW, Yum HK et al. Guideline for the prevention and management of particulate matter/Asian dust particle-induced adverse health effect on the patients with pulmonary diseases. *J Korean Med Assoc* 2015;58(11):1060-9.
<https://doi.org/10.5124/jkma.2015.58.11.1060>
4. World Health Organization. Ambient(out-door) air pollution. Available at: <https://www.who.int/airpollution/ambient/health-impacts/en/>, 2018
5. Ha KH, Suh MA, Kang DR, Kim HC, Shin DC, Kim CS. Ambient particulate matter and the risk of deaths from cardiovascular and cerebrovascular disease. *J Korean Soc Hypertens* 2011;17(2):74-83.
<https://doi.org/10.5646/jksh.2011.17.2.74>
6. Oh JS, Park SH, Kwak MK, Pyo CH, Park KH, Kim HB et al. Ambient particulate matter and emergency department visit for chronic obstructive pulmonary disease. *J Korean Soc Emerg Med* 2017;28(1):32-9.
7. Yun SW, Choi BR, Lee KY. Prehospital care of patients with dyspnea by 119 emergency medical technician. *Korean J Emerg Med Ser* 2013;17(1):41-50.
<https://doi.org/10.14408/KJEMS.2013.17.1.041>
8. National Medical Center · National Emergency Medical Center. Understanding and evaluating of cardiovascular emergency diseases. 2019. 3.
9. Oh YH. Korean Institute for Health and Social Affairs. Problems and policy directions of Korea's emergency medical system. *Health · Welfare Issue&Focus* 2011;105:1-8.
10. National law information center. Special act on the reduction and management of fine dust. <http://www.law.go.kr/lsInfoP.do?lsiSeq=208137&efYd=20190927#0000>, 2019.
11. National law information center. Enforcement decree of the clean air conservation act. <http://www.law.go.kr/admRulInfoP.do?admRulSeq=2100000118410>, 2019.
12. National law information center. Enforcement rule of the clean air conservation act. <http://www.law.go.kr/LSW/lsBylInfoPLinkR.do?lsiSeq=206530&lsNm=%EB%8C%80%EA%B3%B0%ED%99%98%EA%B2%BD%EB%B3%B4%EC%A0%84%EB%B2%95+%EC%8B%9C%ED%96%89%EA%B7%9C%EC%B9%99&bylNo=0007&bylBrNo=00&bylCls=BE&bylEfYd=20190101&bylEfYdYn=Y>, 2019.
13. Seo JB. Spring air congestion and Chinese

- influence. *Weekly donga*. 2019 May 24;1190:44–6. Available at: <https://weekly.donga.com/3/all/11/1739899/1>
14. National Fire Agency. 119 First aid service statistics annual report. Sejong: Duksungdm, 2019. 63–121.
 15. Silverman RA, Ito K, Freese J, Kaufman BJ, Claro DD, Braun J et al. Association of ambient fine particles with out-of-hospital cardiac arrests in New York City. *Am J Epidemiol* 2010;172(8):917–23. <https://doi.org/10.1093/aje/kwq217>
 16. Lee JY. Relationships between PM10 level and emergency room visits for keratoconjunctivitis, ischemic heart disease and strokes. Unpublished master's thesis, Keimyung University 2017, Daegu, Korea.
 17. National law information center. Act on the prevention and management of cardio-cerebrovascular diseases. <http://www.law.go.kr/lsInfoP.do?lsiSeq=183745&efYd=20170530#0000>, 2019.
 18. Sun Q, Hong X, Wold LE. Cardiovascular effects of ambient particulate air pollution exposure. *Circulation* 2010;121:2755–65. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.109.893461>
 19. Lee HW. A study on the relationship between cardio-cerebrovascular disease and particulate matter. Unpublished master's thesis, Inje University 2018, Gimhae, Korea.
 20. National law information center. Enforcement decree of the special act on the reduction and management of fine dust. <http://www.law.go.kr/lsInfoP.do?lsiSeq=210552&efYd=20190927#0000>, 2019.
 21. Johnston FH, Salimi F, Williamson GJ, Henderson SB, Yao J, Dennekamp M et al. Ambient particulate matter and paramedic assessment of acute diabetic. *Epidemiology* 2019;30(1):11–9. <https://doi.org/10.1097/EDE.0000000000000929>
 22. Forastiere F, Stafoggia M, Picciotto S, Bellander T, D'Ippoliti D, Lanki T et al. A case-crossover analysis of out-of-hospital coronary deaths and air pollution in Rome, Italy. *Am J Respir Crit Care Med* 2005;172(2):1549–55. <https://doi.org/10.1164/rccm.200412-1726OC>
 23. Teng TH, Williams TA, Bremner A, Tohira H, Franklin P, Tonkin A et al. A systematic review of air pollution and incidence of out-of-hospital cardiac arrest. *J Epidemiol Community Health* 2014;68:37–43. <https://doi.org/10.1136/jech-2013-203116>
 24. Kim IS, Jang JY, Kim TH, Park JB, Shim JM, Kim JB et al. Guidelines for the prevention and management of cardiovascular disease associated with fine dust/Asian dust exposure. *J Korean Med Assoc* 2015;58(11):1044–59. <https://doi.org/10.5124/jkma.2015.58.11.1044>
 25. Dominici F, Peng RD, Bell ML, Pham L, McDermott A, Zeger SL et al. Fine particulate air pollution and hospital admission for cardiovascular and respiratory diseases. *JAMA* 2006;295(10):1129–61. <https://doi.org/10.1001/jama.295.10.1127>
 26. Jo HJ, Park SW, Lee HI, Lee SW; KCDC. Health effects caused by particulate matter and guidelines for health care. *Public Health Weekly Report* 2018;11(15):458–62.
 27. Andersen ZJ, Olsen TS, Andersen KK, Loft S, Ketzel M, Raaschou-Nielsen O. Association

between short-term exposure to ultrafine particles and hospital admissions for stroke in Copenhagen, Denmark. Eur Heart J

2010;31:2034-40.

<https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehq188>