

Rotavirus 감염의 연도별 유행시기의 변동양상 및 기후요소와 PM10과의 관계

가천의과대학교 소아과학교실, *예방의학교실, † 연세대학교 이과대학 대기과학과

임혜라 · 전인상 · 차 한 · 임정수* · 류 일 · 선용한
조강호 · 임호준 · 이광훈 · 이학수 · 강윤정† · 노의근†

Influence of Climate Factors and PM10 on Rotaviral Infection: A Seasonal Variation Study

Hae Ra Im, M.D., In-Sang Jeon M.D., Hann Tchah, M.D., Jeong-Soo Im, M.D.*
Eell Ryoo, M.D., Yong Han Sun, M.D., Kang Ho Cho, M.D., Ho Joon Im, M.D.
Gwang Hoon Lee, M.D., Hak Soo Lee, M.D., Yune Jeung Kang, M.S.†
and Yign Noh, Ph.D.†

Departments of Pediatrics and *Preventive Medicine, Gachon Medical School, Ghil Medical Center,
Incheon, † Department of Atmospheric Sciences, Yonsei University, Seoul, Korea

Purpose: Recently, while the authors were experiencing that the epidemic period of rotaviral infection happened more in the early spring, we tried to find out how the outbreaks of rotaviral infection are changing in detail depending on the weather condition since it has something to do with the climate factors and PM10.

Methods: Fourteen hundreds seventy nine patients who were proved to be positive to rotavirus were chosen among children less than 5 years old from January 1995 to June 2003. Among various climate factors, monthly average temperature, humidity, rainfall and PM10 were selected.

Results: Rotaviral infection was most active in 2002 as 309 (20.9%) patients. It has been the spring that is the most active period of rotaviral infection since 2000. The temperature (RR=0.9423, CI=0.933424~0.951163), rainfall (RR=1.0024, CI=1.001523~1.003228) and PM10 (RR=1.0123, CI=1.009385~1.015248) were significantly associated with the monthly distribution of rotaviral infection.

Conclusion: Through this study we determined that the epidemic period of rotaviral infection is changed to spring, which is different from the usual seasonal periods such as late fall or winter as reported in previous articles. As increased PM10 which could give serious influence to the human body, and changing pattern of climate factors such as monthly average temperature and rainfall have something to do with the rotaviral infection, we suppose that further study concerning this result is required in the aspects of epidemiology, biology and atmospheric science. (**Korean J Pediatr Gastroenterol Nutr 2003; 6: 120~128**)

Key Words: Rotavirus, Climate factors, PM10, Seasonal prevalence, Epidemic

접수 : 2003년 9월 3일, 승인 : 2003년 9월 13일

책임저자 : 차 한, 405-220 인천광역시 남동구 구월 1동 1198, 가천의대 길병원 소아과

Tel: 032-460-3226, Fax: 032-460-3224, E-mail: onecar@ghil.com

서론

Human Rotavirus (HRV)는 1973년 Bishop 등¹⁾에 의해 급성 비세균성 위장염 환자의 십이지장 점막에서 처음으로 바이러스 입자가 발견된 후 그 모양이 수레바퀴 같아서 Flewett 등²⁾에 의해 로타바이러스(Rotavirus)로 명명되었다.

사람의 로타바이러스는 영유아의 감염성 설사의 가장 흔한 원인으로선 선진국, 후진국을 막론하고 전세계적으로 광범위하게 발생한다. 열대 지방에서는 계절적인 차이 없이 발생하나 온대 지방에서는 춥고 건조한 겨울에 주로 유행하며 여름에는 발생빈도가 낮아지는 것으로 알려져 있다^{3~5)}. 우리나라에서도 연중 발생되지만 대부분은 춥고 건조한 늦가을에서 초겨울에 걸쳐 전국적으로 가장 많이 발생하는 것으로 보고되어 왔다^{3,6~13)}. 한편 신생아에서의 감염은 1975년에 Chrystie 등¹⁴⁾에 의해 처음 보고된 후 원내 감염의 중요한 원인균으로 알려졌는데 특히 온도와 습도가 일정한 신생아실에서는 연중 일정하게 보고된 바도 있다¹⁵⁾.

이 로타바이러스는 물속에서 수주간, 사람의 손에서 4시간 이상 생존할 수 있어서 주로 분변-경구로 전파되고 또한 상대습도가 50% 이하인 경우 공기 중에서도 감염성을 수일 동안 보유하는 것으로 밝혀져¹⁶⁾ 호흡기를 통한 공기전파도 가능한 것으로 알려져 있다⁴⁾.

그런데 최근 들어 저자들은 로타바이러스의 유행시기가 교과서에 기술된 내용과 달리 점점 봄으로 바뀌는 양상을 경험하던 중 이 로타바이러스 감염이 기후요소에 관련이 많다는 점에서 기후요소들의 변동이 그 원인이 되지 않을까 생각하여 로타바이러스의 발생분포가 구체적으로 어떻게 바뀌고 있는지 알아보는 한편 로타바이러스의 월별 발생분포의 변동양상이 월평균 온도, 습도, 강수량 및 PM10 (미세먼지, particulate matter) 등 중요한 기후요소들과 어떠한 관련성이 있는지 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

1995년 1월부터 2003년 6월까지 가천의대 길병원 소아과에 급성 위장관염으로 입원한 5세 이하의 환자 중 대변 검사 결과 로타바이러스 양성으로 확인된 1,479명을 대상으로 하였다.

본원 소아과에 내원하는 환자의 최근 3년간의 원내 통계를 보면 평균 83.3% 이상이 인천지역에 거주하는 환자로 확인되어 이 연구에 사용된 기후요소와 PM10은 인천지역의 자료를 사용하였다. 즉 기후요소로는 인천기상대에서 보고한 월평균 온도, 습도, 강수량을 사용하였고 PM10은 국립환경연구원에서 1996년 4월부터 측정하기 시작하였으므로 1996년 4월부터의 자료를 사용하였다.

PM10 (미세먼지, particulate matter)이란 단위 체적의 대기 중에 부유하는 10 μ m 이하의 입자상 물질을 포집하여 정량화한 것으로 사람이 호흡할 경우 인체에 심각한 영향을 줄 수 있는 미세먼지를 말한다. PM10은 미국의 EPA (Environmental Protection Agency)에서 제정한 것으로 현재 우리나라 환경부에서도 대기환경 중의 입자상 물질에 대한 현황과 악과 대책수립을 위하여, 그리고 각종 입자상 물질의 배출원 규제를 위한 근거자료를 확보하기 위해 대기환경기준으로 측정하고 있다¹⁷⁾.

로타바이러스 검사는 1995년 1월 1일부터 2000년 1월 14일까지는 효소면역법(EIA: enzyme immunoassay)로 하였고 2000년 1월 15일부터 2000년 8월 28일까지는 latex 응집법 검사로 2000년 8월 29일부터 2003년 6월 30일 현재까지는 면역크로마토그래피법으로 시행하였다.

월별 로타바이러스 발생 환자를 예측하는 모델은 포아송회귀분석에 적합한 generalized additive model (GAM)을 이용하였다. 이 모델로부터 기온, 습도, 강수량, PM10의 단위증가에 대한 상대위험비(relative risk)와 95% 신뢰구간(confidence interval)을 구하여 로타바이러스 감염과 기후요소 및 PM10의 관련성을 평가하였다. GAM 분석은 S-plus 2000 (MathSoft company, 미국)을 사용하였다.

결 과

1. 로타바이러스 감염의 연도별 유행시기의 변동양상

1995년 1월부터 2003년 6월까지의 로타바이러스 감염의 연도별 분포를 조사한 결과 2002년에 309명(20.9%)로 가장 많이 발생하였다(Table 1, Fig. 1).

각 연도별 월별 발생을 살펴보면 95년에는 총 22명 중 5월에 6명(27.3%)으로 가장 많이 발생하였고, 96년에는 총 47명 중 12월에 11명(23.4%)으로 가장 많았다. 97년에는 총 158명이 발생하였는데 1월부

터 폭발적으로 유행하기 시작하여 1, 2월에 26명(16.5%)씩 발생하였으며 3월에 31명(19.6%)으로 가장 많았고 4월에는 25명(15.8%)이었다. 98년에는 총 144명으로서 3월 22명(15.3%), 4월 23명(16.0%)이었으며 5월에는 24명(16.7%)으로 가장 많았고 6월 22명(15.3%)이었다. 99년에는 총 151명이었는데 이 중 1, 2월이 각각 35명(23.2%)과 36명(23.8%)으로 가장 많은 분포를 보였다. 2000년에는 총 143명 중 3월과 4월에 각각 29명(20.3%), 23명(16.1%)으로 가장 많은 분포를 보였다. 2001년에는 총 205명 중 4월에 41명(20.0%)으로 가장 많이 발생하였고 이어 12월에 36명(17.6%)의 빈도를 나타내었다. 2002년에는 총 309명이었는데 2001년 12월에 이어 2002년 1월

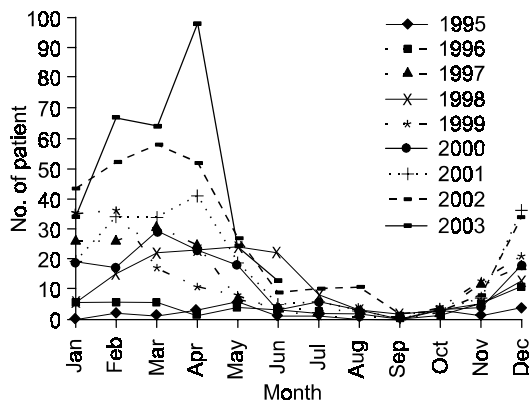


Fig. 1. The monthly distribution of patients with rotaviral infection (No.).

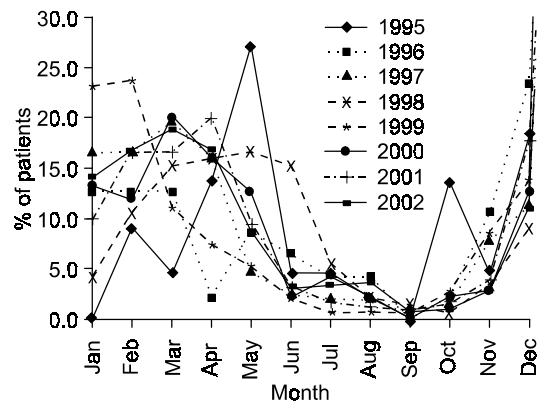


Fig. 2. The monthly distribution of patients with rotaviral infection (%).

Table 1. The Monthly Distribution of Patients with Rotaviral Infection (No.)

Month Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
1995	0	2	1	3	6	1	1	0	0	3	1	4	22
1996	6	6	6	1	4	3	2	2	0	1	5	11	47
1997	26	26	31	25	7	4	3	3	1	2	12	18	158
1998	6	15	22	23	24	22	8	3	2	1	5	13	144
1999	35	36	17	11	8	3	1	1	1	4	13	21	151
2000	19	17	29	23	18	3	6	3	0	3	4	18	143
2001	20	34	34	41	19	5	3	2	1	3	7	36	205
2002	43	52	58	52	27	9	10	11	2	3	8	34	309
2003	34	67	64	98	24	13	-	-	-	-	-	-	-

Table 2. The Monthly Distribution of Patients with Rotaviral Infection (%)

Month Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
1995	0.0	9.1	4.5	13.6	27.3	4.5	4.5	0.0	0.0	13.6	4.5	18.2	100
1996	12.8	12.8	12.8	2.1	8.5	6.4	4.3	4.3	0.0	2.1	10.6	23.4	100
1997	16.5	16.5	19.6	15.8	4.4	2.5	1.9	1.9	0.6	1.3	7.6	11.4	100
1998	4.2	10.4	15.3	16.0	16.7	15.3	5.6	2.1	1.4	0.7	3.5	9.0	100
1999	23.2	23.8	11.3	7.3	5.3	2.0	0.7	0.7	0.7	2.6	8.6	13.9	100
2000	13.3	11.9	20.3	16.1	12.6	2.1	4.2	2.1	0.0	2.1	2.8	12.6	100
2001	9.8	16.6	16.6	20.0	9.3	2.4	1.5	1.0	0.5	1.5	3.4	17.6	100
2002	13.9	16.8	18.8	16.8	8.7	2.9	3.2	3.6	0.6	1.0	2.6	11.0	100

Table 3. Relation of Monthly Mean Climate Factors and PM10 to Rotaviral Infection

Month Factors	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
No.Pt*	21.00	28.30	29.10	30.80	15.20	7.00	4.30	3.10	0.90	2.50	6.90	19.40
T (°C) [†]	-1.66	0.65	5.50	11.88	16.77	21.31	25.01	25.59	21.51	15.18	7.36	1.21
Hum. (%) [‡]	61.20	61.75	62.77	63.48	70.67	74.66	81.08	79.79	72.50	68.19	62.67	61.22
Rainfall (mm)	20.78	15.77	35.60	68.69	97.00	112.30	262.90	401.10	96.61	68.71	39.12	15.59
PM10 (µg/m ³)	63.71	68.14	82.86	76.13	69.71	60.86	49.00	43.57	53.57	63.43	64.43	61.43

*: mean number of patients, [†]: temperature, [‡]: humidity.

에 43명(13.9%), 2월에 52명(16.8%)으로 유행이 지속되었으며 3월에는 58명(18.8%)으로 가장 많이 발생하였고 4월에도 52명(16.8%)으로 높은 분포를 보였다. 또 2002년 12월에 34명(11.0%)으로 다시 증가하기 시작하여 2003년에는 4월(98명)까지 계속 월별 절대 환자수는 증가하였다(Table 2, Fig. 2).

2. 로타바이러스 감염의 월별 분포와 기후요소와의 관계

1995년 1월부터 2003년 6월까지의 월별 로타바이러스 평균 환자수를 보면 4월에 평균 30.8명(18.3%)으로 가장 많았으며 이어 3월(17.3%), 2월(16.8%), 1월(12.5%), 12월(11.5%) 순이었다. 4월 이후 다시 5월부터 감소하여 여름철인 7, 8월에 계속 감소하다가 9월에 평균 0.9명(0.53%)으로 가장 적었으며 10월부터 약간씩 증가하는 경향을 보였다(Table 3).

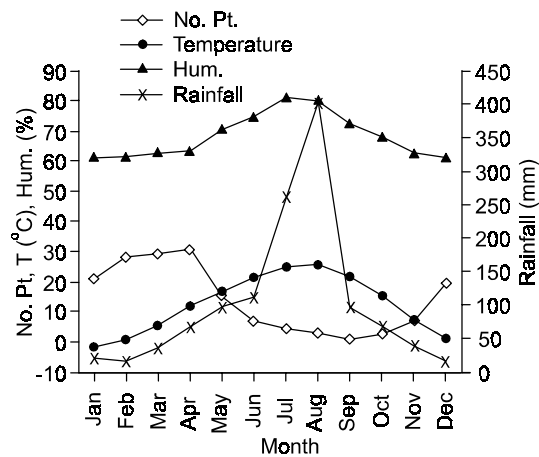


Fig. 3. Relation of monthly mean climate factors to rotaviral infection. No.Pt.: Number of patients, T: Temperature, Hum.: Humidity.

Table 4. Significant Relative Risk at GAM* Model

Climate factors	RR [*]	95% CI [†]
Temperature	0.9423	0.933424~0.951163
Humidity	1.0065	0.992445~1.020656
Rainfall	1.0024	1.001523~1.003228
PM10	1.0123	1.009385~1.015248

: generalized additive model, ^{}: relative risk, [†]: confidence interval.

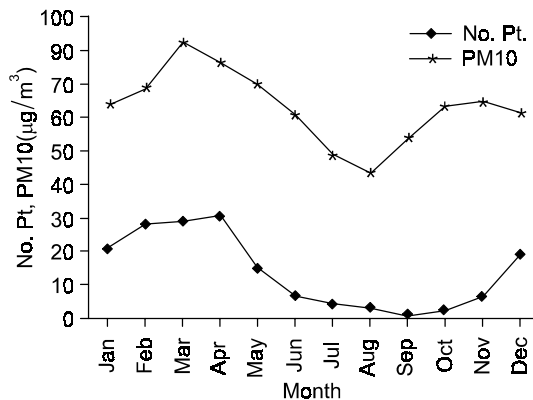


Fig. 4. Relation of monthly mean PM10 to rotaviral infection. No. Pt.: Number of patients

로타바이러스 환자수와 기온(RR=0.9423, CI=0.933424~0.951163), 강수량(RR=1.0024, CI=1.001523~1.003228)은 유의한 상관관계가 있었으나 습도(RR=1.0065, CI=0.992445~1.020656)는 유의한 관련이 없는 것으로 나타났다(Table 4, Fig. 3).

3. 로타바이러스 감염의 월별 분포와 PM10과의 관계

로타바이러스 환자수와 PM10 (RR=1.0123, CI=1.009385~1.015248)은 유의한 상관관계가 있었다(Fig. 4).

고 찰

Human Rotavirus (HRV) 감염은 6~24 개월 사이

에 호발하는 영유아 설사증의 중요한 원인균으로서 우리나라에서 입원하는 소아설사증의 50~60%를 차지하고 있다⁴⁾.

이 HRV는 이중 나선형의 RNA virus로 Reoviridae 족에 속하며 전자현미경상 직경이 약 70 nm이고 20 면체인 이중 capsid로 둘러 싸여 있다¹⁸⁾. 바깥쪽의 capsid에만 있는 구조 단백질인 VP4, VP7은 숙주 세포막에 결합하는 단백질로서 감염이 이로 인해 일어날 수 있다. 로타바이러스는 A부터 G까지의 일곱 군으로 분류되는데, 사람에게 흔히 감염을 일으키는 것은 A군이고 B나 C군은 동물에게 감염을 일으키는 것으로 알려져 있다¹⁹⁾. 그러나 중국 및 일본의 보고에 의하면 B나 C군이 사람에게서 감염을 일으킨 예도 있었다^{20,21)}.

로타바이러스는 56°C, pH 3.0에서도 안정하며 대부분의 세정제와 용매에도 잘 견디는 성질을 지니고 있다²²⁾. Moe 등²³⁾은 대변에서 로타바이러스의 생존에 대한 온도와 습도 영향에 대한 연구에서 로타바이러스는 높거나 낮은 습도에서는 매우 안정하지만 중간 정도의 습도에서는 불안정하다고 하였다. 또한 습도와 온도가 낮은 건기에는 가정용품(household objects)에서 1주까지 생존할 수 있다고 보고하였다.

잠복기는 48~72시간 사이이며 바이러스 배출은 발병초기에 가장 많고 8일 이후에는 적어지므로²⁴⁾ 발병 초기에 반복하여 검사하는 것이 중요하다.

로타바이러스 감염을 진단하는 데 여러 가지 방법들이 사용되고 있지만 현재로서는 ELISA가 가장 실제적이고 유용하게 임상에서 이용되고 있는 실정이다. 이 등²⁵⁾은 ELISA가 LA (Latex agglutination)보다 우월하며 RT-PCR (Reverse transcription-Polymerase chain reaction)과 특이도의 유의한 차이 없이 상당한 일치율을 보였음을 보고하였다.

로타바이러스는 설사 이외의 증상으로 내원하는 비설사군 및 정상 신생아와 성인의 대변에서도 다양하게 검출되는데²⁶⁾ 정 등²⁷⁾은 로타바이러스의 불현성 감염률이 46.2%였으며 특히 신생아에서는 불현성 감염이 현증 감염보다 많이 발생하였고, 7~24 개월에서는 현증 감염이 불현성 감염보다 많이 발

생하였다고 보고하였다. 정 등²⁸⁾은 신생아에서 미숙아군이 만삭아군보다 증상발현율이 각각 95.5%, 59.4%로 유의하게 높다고 보고하였다.

로타바이러스 감염의 주요 임상 소견들로는 설사, 구토, 발열, 탈수 및 호흡기 증상들이 있으며^{6~11)} 대부분의 경우 구토가 먼저 발생하고 그후에 설사가 나타나지만 동시에 발생하거나 설사가 첫 증상인 경우도 있다²⁹⁾.

로타바이러스 감염은 선진국, 후진국을 막론하고 전세계적으로 광범위하게 발생하는데 열대 지방에서는 계절적인 차이 없이 발생하나 온대 지방에서는 춥고 건조한 겨울에 주로 유행하며 여름에는 발생빈도가 낮아지는 것으로 알려져 있다⁵⁾. 우리나라에서도 연중 발생되지만 과거 국내의 문헌^{3,6~13)}들의 결과를 보면 춥고 건조해지는 10월과 11월에 폭발적으로 증가함을 알 수 있다.

이러한 계절적 요인에 대해 그간 수많은 문헌들에서 기후요소들과의 관련성을 보고하여 왔는데 일본의 Konno 등³⁰⁾은 74년 12월부터 81년 6월까지 7년간 분석한 결과, 로타바이러스 감염은 습도와는 관련이 없지만 온도와는 관련이 있다고 보고하였다. 즉, 10일간의 평균기온이 5°C 이하가 되는 11월, 12월부터 증가하기 시작하여 평균기온이 0°C 이하가 되는 1월과 2월에 절정에 달하며 평균 기온이 20°C 이상이 되는 6월과 7월에는 거의 발생하지 않았다고 하였다. 습도가 관련이 없는 이유는 Yamagata시는 기후특성상 연중 습도가 비슷하기 때문이라고 하였다.

Heiber 등³¹⁾은 76년 4월부터 77년 3월까지 온대기후인 Dallas와 열대기후인 Costa Rica의 San Jose의 로타바이러스 감염과 기후요소의 연관성을 비교 연구하여 온대 기후인 Dallas에서는 습도나 비오는 날의 수와는 무관하고 기온과는 관련이 있어 기온이 10°C 이하로 떨어지는 겨울에 로타바이러스 감염이 급증한 반면 열대기후인 Costa Rica의 San Jose에서는 습도와 온도에는 무관하고 비오는 날의 수와는 관련이 있어 비오는 날의 수가 적은 건기에 로타바이러스 감염이 증가하여 두 기후 모두 로타바이러스 감염과 습도는 관련이 없다는 보고를 하였다.

Paul 등³²⁾은 79년 9월부터 80년 1월까지 열대기후인 나이지리아에서 로타바이러스 감염과 기후요소의 연관성 연구에서 온도와 수증기압은 로타바이러스 감염과 관련이 없고 습도와는 관련이 있다고 하였다. Gomwalk 등³³⁾도 86년 5월부터 87년 4월까지 나이지리아에서 로타바이러스 감염과 기후요소와의 연관성을 연구한 결과 강수량과 습도가 높은 우기보다는 건기에 로타바이러스 감염이 많이 발생하였다고 보고하였다. 또한 Gomwalk 등³⁴⁾은 86년 6월부터 87년 5월까지 우기와 건기가 있는 열대 사바나기후인 북부 나이지리아인 Zaria에서 로타바이러스 감염과 기후요소와의 연관성을 연구한 결과 로타바이러스 감염은 연중 발생하지만 습도와 온도, 수증기압, 강수량 등이 낮은 건기에 로타바이러스 감염이 많아 습도, 온도, 수증기압, 강수량이 모두 로타바이러스 감염 발생에 관련이 있다고 하였다.

그러나 손 등³⁵⁾은 1993년부터 1998년까지의 연구 결과로 93년과 94년에는 11월부터 증가하기 시작하여 12월과 1월에 가장 많이 발생하다가 95년에는 12월과 3월에 2번의 유행 정점을 보이고 96년에는 2월과 3월로 바뀌고 97년에는 3월과 4월로 유행 시기가 바뀔을 보고하였다. 그런데 이와 달리 본 연구에서는 95년에는 5월에, 96년에는 12월에 가장 많이 발생한 것으로 나타났지만 이 기간 동안 본 병원의 의무기록이 충실치 못하였던 점과 또 손 등³⁵⁾의 보고에서도 대상 환자수가 많지 않았음을 고려하면 분포의 차이는 논할 수 없으리라 생각된다.

본 연구에서 97년에는 1, 2, 3월, 98년에는 3, 4, 5월에 가장 많은 분포를 보여 유행시기가 봄철로 변하는 양상을 보이다가 다시 99년에는 1월과 2월이 가장 많은 분포를 보였다. 그러나 2000년에 들어서는 3, 4월에 가장 많이 발생하였고 이후 2001년부터 2003년(6월 현재)까지 모두 2, 3, 4월에 가장 많이 발생하여 로타바이러스 감염의 유행시기가 늦가을과 겨울로 보고된 기존의 문헌들^{3,6~13)}에서와 달리 최근 들어 봄철로 바뀌었음을 확실히 알 수 있었다. 이러한 유행시기의 변화를 초래하는 이유에 대해 손 등³⁵⁾은 해마다 유행하는 subgroup의 차이를 추정하기도 하였으나 Torok 등³⁶⁾은 1991년부터 1996년

까지 미국 전역의 로타바이러스 감염의 월별분포의 차이를 보고하면서 subgroup의 차이가 원인이 될 수 없다고 하였다.

그래서 본 저자들은 이처럼 로타바이러스 감염이 앞서 언급된 바와 같이 기후요소들과 관련이 많다는 점에서 기후요소들의 변동이 유행시기를 변화시키는 원인이 되지 않을까 생각하여 로타바이러스의 월별 발생분포의 변동양상이 월평균 온도, 습도, 강수량 등 중요한 기후요소들과 어떠한 관련성이 있는지 알아보려고 하였다.

또한 중요한 오염요소이자 기후변화요인으로서 여러 가지 연구분야에서 언급되어 오고 있는 PM10과 로타바이러스 감염과의 연관성도 알아보려고 하였다. 이 PM10은 의학적으로 사람이 호흡할 경우 인체에 심각한 영향을 주기 때문에 호흡기 질환과의 관계에 대한 연구^{37,38)}는 많지만 소화기 질환과의 관련성에 대한 연구는 아직 미미한 실정이라고 할 수 있다. 즉 Lipsett 등³⁹⁾이 86~87년과 91~92년 겨울에 California의 응급실에 천식으로 내원하는 환자수와 PM10의 관계에서 장염을 대조군으로 삼아 PM10의 증가가 천식의 증가와는 유의한 관련이 있는 반면 장염은 유의한 관련이 없다고 보고한 것이 거의 유일한 소화기 질환과의 관계에 대한 보고일 뿐이다.

본 연구에서 로타바이러스 환자수와 기후요소들의 단위증가에 대한 상대위험비(relative risk)와 95% 신뢰구간(confidence interval)을 구해본 결과 로타바이러스 환자수와 기온(RR=0.9423, CI=0.933424~0.951163), 강수량(RR=1.0024, CI=1.001523~1.003228) 및 PM10(RR=1.0123, CI=1.009385~1.015248) 등은 유의한 관련이 있었으나 습도는 연중 일정하지 않은 온대성기후임에도 연관성이 없는 것으로 나타났다.

따라서 로타바이러스 감염의 유행시기가 최근 들어 봄철로 바뀌게 된 것은 월평균 온도 및 강수량 등 기후요소의 변동과 함께 특히 인체에 심각한 영향을 줄 수 있는 PM10의 증가에 기인하는 것으로 생각되어 향후 이에 대해 역학적, 생물학적, 대기과학적인 면들에서 심도 깊은 연구가 더욱 필요하리라 여겨진다.

요 약

목 적: 최근 들어 저자들은 로타바이러스의 유행시기가 점점 초봄으로 바뀌는 양상을 경험하던 중, 이 로타바이러스 감염이 기후요소와 관련이 많다는 점에서 기후요소들의 변동이 그 원인이 되지 않을까 생각하여 로타바이러스의 발생분포가 구체적으로 어떻게 바뀌고 있는지 알아보는 한편 로타바이러스의 월별 발생분포의 변동양상이 월평균 온도, 습도, 강수량 및 PM10 (미세먼지, particulate matter) 등 중요한 기후요소들과 어떠한 관련성이 있는지 알아보려고 하였다.

방 법: 1995년 1월부터 2003년 6월까지 가천의대 길병원 소아과에 급성 위장관염으로 입원한 5세 이하의 환자 중 입원기간 중에 로타바이러스 검사상 양성으로 확인된 1,479명을 대상으로 하였다. 로타바이러스 검사는 효소면역법(EIA), latex 응집법 및 면역크로마토그래피법 등으로 시행하였다. 기후요소로는 인천기상대에서 보고한 월평균 온도, 습도, 강수량 및 국립환경연구원에서 조사된 PM10을 사용하였다. 월별 로타바이러스 발생 환자를 예측하는 모델은 포아송회귀분석에 적합한 generalized additive model (GAM)을 이용하였으며 GAM 분석은 S-plus 2000을 사용하였다.

결 과: 로타바이러스 감염은 2002년에 309명(20.9%)로 가장 많이 발생하였다. 95년에는 5월에 27.3%, 96년에는 12월에 23.4%로 가장 많았다. 97년에는 3월에 19.6%, 98년에는 5월에 16.7%로 가장 많았고 99년에는 2월이 23.8%로 가장 많은 분포를 보였다. 2000년에는 3월에 20.3%, 2001년에는 4월에 20.0%, 2002년에는 3월에 18.8%로 가장 많이 발생하였다. 또 2002년 12월에 11.0%로 다시 증가하기 시작하여 2003년에는 4월까지 계속 월별 절대 환자수는 증가하였다.

월별 로타바이러스 평균 환자수는 4월에 18.3%로 가장 많았으며 이어 3월(17.3%), 2월(16.8%), 1월(12.5%), 12월(11.5%) 순이었다. 로타바이러스 환자수와 기온(RR=0.9423, CI=0.933424~0.951163), 강

수량(RR=1.0024, CI=1.001523~1.003228)은 유의한 상관관계가 있는 것으로 나타났으며 로타바이러스 환자수와 PM10 (RR=1.0123, CI=1.009385~1.015248)도 유의한 관련이 있었다.

결론: 본 연구를 통해 기존의 문헌에서 로타바이러스 감염의 유행시기가 늦가을과 겨울로 보고된 바와 달리 최근 들어 봄철로 바뀌었음을 알 수 있었다. 월평균 온도 및 강수량 등 기후요소의 변동과 함께 특히 인체에 심각한 영향을 줄 수 있는 미세먼지(PM10)의 증가가 로타바이러스 감염과 관련성이 있는 것으로 나타나 향후 이에 대해 역학적, 생물학적, 대기과학적인 면들에서 심도 깊은 연구가 더욱 필요하리라 여겨진다.

참 고 문 헌

- 1) Bishop PF, Davidson GP, Homes IH, Ruck BJ. Virus particle in epithelial cells of duodenal mucosa from children with acute nonbacterial gastroenteritis. *Lancet* 1973;2:1281-3.
- 2) Flewett TH, Bryden AS, Davies H. Virus particles in gastroenteritis. *Lancet* 1973;2:1497.
- 3) 장혜경, 김창렬, 오성희, 이하백, 이근수. 소아 Rotavirus 설사증에 대한 고찰. *소아과* 1988;31:961-7.
- 4) 문경래. 로타바이러스. *소아과* 1993;31:1339-42.
- 5) Kapikian AZ, Kim HW, Wyatt RG, Cline WL, Arrobio JO, Brandt CD, et al. Human rotavirus like agent as the major pathogen associated with winter gastroenteritis in hospitalized infant and young children. *N Engl J Med* 1976;294:965-72.
- 6) 오복희, 문수지, 이근수. Human rotavirus 감염에 의한 설사증의 역학적, 미생물학적, 임상적 고찰. *소아과* 1983;26:959-66.
- 7) Banatvala JE, Totterdell BM. Rotavirus infection in human neonates. *JAMA* 1978;173:527-30.
- 8) 강진무. Human rotavirus 위장염의 임상 및 항원 검사에 의한 고찰. *소아과* 1985;28:140-6.
- 9) 정한영, 정구석, 김성원, 김경태, 김길현. Human rotavirus 위장염의 임상적 고찰. *소아과* 1986;29:517-24.
- 10) Shamim A, Ansari V, Susan S, Syed A. Possible relation to seasonality of outbreaks. *Rev Infect Dis* 1990;13:448-61.
- 11) 차 한. Human rotavirus 위장염. *적십자병원지* 1994; 21:321-7.
- 12) 홍지선, 전화영, 최원규, 남궁미경, 김중수. Human rotavirus 위장염 환자에서 임상적 중등도와 혈청 Amino-transferase와의 관계. *소아과* 1995;38:54-60.
- 13) 고윤경, 박용훈, 문한구. Rotavirus에 의한 급성 위장관염에 동반된 무열성 경련에 대한 연구. *소아과* 1995;38:501-5.
- 14) Chrystie IL, Totterdell BM, Banatvala BM. Rotavirus infection in a maternity unit. *Arch Dis Child* 1976; 51:924-8.
- 15) 윤석영, 신승식, 이해란, 정우갑. Human rotavirus 감염에 의한 설사증의 임상적 고찰. *인간과학* 1984;8: 456-9.
- 16) 박상규. Rotavirus 위장염에 대한 임상적 고찰. *적십자 병원지* 1990;17:243-7.
- 17) 강공언, 강병욱, 신은상, 천만영 공저. 대기오염방지기술. 2판, 서울, 신광문화사, 1999:152-7.
- 18) Kogasaka R, Akihara M, Horino K, Chiba S, Nakao T. A morphological study of human rotavirus. *Arch Viral* 1979;61:41-8.
- 19) Kapikian AZ, Chanok RM, Knipe DM, Howley PM, Melnick JL, Monath TP, et al. *Field Virology* 3rd ed. Philadelphia: Lippincott Raven Publishers, 1996:1657-708.
- 20) Hung T, Chen GM, Wang CG, Yao HL, Fang ZY, Chao TX, et al. Waterborne outbreak of rotavirus diarrhea in adults in China caused by a novel rotavirus. *Lancet* 1984;1:1139-42.
- 21) Matsumoto K, Hatano M, Kobayashi K, Hasegawa A, Yamazaki S, Nakada S, et al. An outbreak of gastroenteritis associated with acute rotaviral infection in school children. *J Infect Dis* 1989;160:611-5.
- 22) Steinhoff MC. Rotavirus: The first five years. *J Pediatr* 1980;96:611-22.
- 23) Moe K, Shirley JA. The effects of relative humidity and temperature on the survival of human rotavirus in faeces. *Arch Virol* 1982;72:179-86.
- 24) Davidson GP, Bishop RF, Townley RRW, Holmes IF. Importance of a new virus in acute sporadic enteritis in children. *Lancet* 1975;1:242-5.
- 25) 이장훈, 고은영, 김재웅, 이정화, 백낙주, 김순겸. 유소아 로타바이러스 장염 진단 검사의 비교 연구. *대한소아소화기영양학회지* 2001;4:34-40.
- 26) Gurwith M, Wenman W, Hinde D, Feltham S, Greenberg H. A prospective study of rotavirus infection and infants and young children. *J Infect Dis* 1981;144:

- 218-24.
- 27) 정혜림, 유병훈, 심태섭. 영유아기의 Human rotavirus 불현성 감염물에 관한 연구. 소아과 1989;32:1482-8.
- 28) 정광옥, 이동석, 김두권, 최성민, 김우택, 유선희. 미숙아 및 만삭아의 로타바이러스 원내 감염증에 대한 임상적 고찰. 소아과 1999;42:332-8.
- 29) Robent Wyllie, Hyams JS. Pediatric gastrointestinal disease: pathophysiology, diagnosis, management. 1st ed. Philadelphia, WB Saunders Co, 1993;612-4.
- 30) Konno T, Suzuki H, Katsushima N, Imai A, Tazawa F, Kutsuzawa T, et al. Influence of temperature and relative humidity on human rotavirus infection in Japanese. J Infect Dis 1983;147:125-8.
- 31) Heiber JP, Shelton S, Nelson D, Leon J, Mohs E. Comparison of human rotavirus disease in tropical and temperate settings. Am J Dis Child 1978;132:853-8.
- 32) Paul MO, Erinle EA. Influence of humidity on rotavirus prevalence among Nigerian infants and young children with gastroenteritis. J Clin Microbiol 1982; 15:212-5.
- 33) Gomwalk NE, Gosham LT, Umoh UJ. Rotavirus gastroentretitis in paediatric diarrhea in Jos, Nigeria. J Trop Paediat 1990;36:52-55.
- 34) Gomwalk NE, Umoh UJ, Gosham LT, Influence of climate factors on rotavirus infection among children with acute gastroenteritis in Zaria, Northern Nigeria. J Trop Paediat 1990;39:293-7.
- 35) 손영주, 박홍선, 정순이, 박미라, 최규철. Rotavirus 감염의 연도별 유행시기의 병동 양상. 소아과 2000;43: 49-54.
- 36) Torok TJ, Kilgore PE, Clarke MJ, Holman RC, Bresee JS, Glass RI. Visualizing geographic and temporal trends in rotavirus activity in the United states, 1991 to 1996. Pediatr Infect Dis J 1997;16:941-6.
- 37) Isabelle R, Jonathan M, Kirk R, Nigel B. Outdoor air pollution and acute respiratory infections among children in developing countries. J Occup Environ Med 2002;44:640-9.
- 38) Herbert R, Gerhard R, Michael W, Tilman K, Tom D. Effects of low-toxicity particulate matter on human nasal function. J Occup Environ Med 2003;45:54-60.
- 39) Lipsett M, Hurley S, Ostro B. Air pollution and emergency room visits for asthma in Santa Clara Country, California. Environmental Health Perspectives 1997;105:216-22.