

Trends in Acute Gastroenteritis through the Pathogen Surveillance System in Incheon Metropolitan City, 2018–2021

Jung Hee Kim*, Sung Min Song, Ju Hee Kim, Soo Min Lim, Su Jin Park, Hwa Jung Nam, Young Woo Gong, Mun Ju Kwon

Department of Foodborne Diseases Prevention and Surveillance, Incheon Metropolitan City Institute of Public Health and Environment, Incheon 22320, Republic of Korea

Corresponding

Jung Hee Kim, Research Officer
Dept. of Foodborne Diseases Prevention
and Surveillance, Incheon Metropolitan
City Institute of Public Health and
Environment, Incheon 22320, Republic
of Korea
Phone : +82-32-440-7972
E-mail : sheen97@korea.kr

Received : May 4, 2022
Revised : June 11, 2022
Accepted : June 16, 2022

No potential conflict of interest relevant
to this article was reported.

This study analyzed the epidemiological characterization of pathogens in acute diarrheal diseases in Incheon Metropolitan City from 2018 to 2021. The causative pathogens were detected in feces of patients (3,550 cases) who visited or were hospitalized for diarrhea at hospitals in Incheon. The highest bacterial detection rate was 28.2% at 6-9 years of age, followed by 24.1% at 10-19 years of age and 17.2% at 1-5 years of age. And the highest virus detection rate was 39.3% at 1-5 years of age, followed by 18.1% at under 1 year of age and 16.7% at 6-9 years of age. The detection rate of enteric pathogen exhibited typical seasonality; that of bacteria was high from July to August (summer), whereas that of viruses was high from November to April (early winter-spring). The most prevalent bacteria were *Escherichia coli* (205 cases), followed by *Salmonella spp.* (127 cases), *Staphylococcus aureus* (42 cases), *Campylobacter jejuni* (32 cases) and *Bacillus cereus* (27 cases). And the most prevalent viruses were Norovirus (313 cases), followed by Rotavirus (141 cases), Adenovirus (71 cases), Astrovirus (47 cases), Sapovirus (25 cases). Among the total of 3,550 cases, co-infection were observed in 114 cases. One hundred five cases had two pathogens, 8 cases had three pathogens and 1 cases had four pathogens. The most common types of co-infection were *Escherichia coli* - Norovirus and Norovirus - Rotavirus (13 cases respectively). Through this study, we confirmed the characteristics of acute diarrhea pathogens in Incheon Metropolitan City by age and season.

Key Words: Gastroenteritis, Diarrhea, Pathogens, Incheon

INTRODUCTION

급성 설사질환은 구토, 설사 및 복통 등의 증상을 유발하는 수인성·식품매개 감염병으로 주로 세균, 바이러스, 원충이 그 원인으로 알려져 있다 (1). 전 세계적으로 가장 흔한 질병 중 하나로 사망률은 점차 감소하는 추세이나, 5세 이하 약 44만 명의 어린이들이 매년 이 질병으로 사망한다고 보고된 바 있으며 (2), 경제적 수준, 위생환경과 기후요소 등에 의해서 영향을 받는 것으로 알려져 있다 (3). 최근 개선된 위생환경과 치료에도 불구하고 해외여행 증가, 집단급식 및 외식문화 식생활의 변화, 기후변화 등으로 설사질환의 발생 가능성이 높아지고 있으며, 급성 설사질환의 경우 환자의 치료 및 입원격리에 따른 사회경제적 손실이 커 공중보건학적으로도 중요한 감염성 질환으로 인식되고 있다 (4).

질병관리청에서는 2003년부터 전국 시·도 보건환경연구원과 의료기관을 연계하여 급성설사질환 실험실 감시사업(EnterNet Korea)을 운영하고 있다. 사업내용은 질병관리청이 지정한

Copyright © 2022 Journal of Bacteriology
and Virology

©This is an Open Access article
distributed under the terms of the Creative
Commons Attribution Non-Commercial
License
(http://creativecommons.org/
license/by-nc/3.0/).

감시사업 협조병원에 내원한 급성 설사질환자를 대상으로 환자 정보와 대변 검체가 주1회(매주 월요일) 배송 위탁업체를 통해 보건환경 연구원으로 접수되면, 보건환경연구원에서는 병원체(세균 10종, 바이러스 5종) 검사를 실시하고 관련결과를 매주 해당 의료기관과 질병 관리청에 환류하여, 국내 설사질환의 유행양상 및 병원체 정보를 파악하기 위한 공중보건학적 기초자료를 구축하는 것이다.

본 논문은 최근 4년간(2018-2021년) 인천지역 급성설사질환 실험실 감시사업을 수행한 결과로, 지역사회에서 유행하는 장관감염증 원인 병원체의 역학적 특성을 분석하였다.

MATERIALS AND METHODS

조사기간 및 대상

2018-2021년까지 설사질환으로 협력병원에 내원 또는 입원한 환자의 대변 검체 3,550건을 검사하였다. 인천지역 감시사업 협력병원 은 총 4개소로 내과의원 1, 소아과의원 1, 종합병원 2개소가 매년 참여하였다.

검체 전처리 및 검사항목

대변 검체 0.5-1g을 멸균 PBS (Phosphate-buffered saline, pH 7.0) 3 ml에 현탁한 후 시험용액으로 사용하였으며, 시험법은 질병관리청 수인성·식품매개질환 실험실진단 실무지침서의 세균 및 바이러스 시험법에 따라 검사하였다 (5). 시험 검사항목은 다음과 같다.

세균(10종) - *Salmonella spp.*, Pathogenic *Escherichia coli* (*E. coli*) (EHEC: Enterohemorrhagic *E. coli*, 장출혈성 대장균/ETEC: Enterotoxigenic *E. coli*, 장독소성 대장균/EPEC: Enteropathogenic *E. coli*, 장병원성대장균/EIEC: Enteroinvasive *E. coli*, 장침습성 대장균), *Shigella spp.*, *Vibrio spp.*, *Campylobacter spp.*, *Bacillus cereus* (*B. cereus*), *Listeria monocytogenes* (*L. monocytogenes*), *Clostridium perfringens* (*C. perfringens*), *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*), *Yersinia enterocolitica* (*Y. enterocolitica*)
바이러스(5종) - Group A Rotavirus, Norovirus, Enteric adenovirus, Astrovirus, Sapovirus

검사방법

세균검사를 위해 대변 현탁액을 선택배지에 접종하였다. MacConkey agar, Salmonella-Shigella agar, Mannitol egg Yolk Polymyxin (MYP) agar 및 Thiosulfate-citrate-bile salts-sucrose (TCBS) agar는 37℃에서 1일간, Cefsulodin-Irgasan-novobiocin (CIN) agar는 30℃에서 1일간, PALCAM agar는 37℃에서 2일간, CCDA agar는 42℃ 미호기적 조건으로 2일간, Tryptose Sulfite Cycloserine (TSC) agar는 37℃ 혐기적 조건에서 1일간, Mannitol salt agar는 37℃에서 2일간 배양하였다. 참고로 선택배지는 모두 Oxoid Ltd. (Basingstoke, United Kingdom)사로 제조사 매뉴얼을 따라 제조 및 준비하였으며, 선택배지에서 의심 집락을 보일 경우 순수 분리 후, 생화학적 동정장비(VITEK 2 compact, bioMérieux, Marcy l'Etoile, France) 또는 질량분석기(MALDI-TOF, Bruker Daltonik GmbH, Leipzig, Germany)를 사용하여 동정하였다. 동정이 완료된 대장균의 병원성 유전자 보유 여부를 확인을 위해 Pathogenic *E. coli* Detection kit (GeNetbio, Daejeon, Korea) 유전자 진단시약을 사용하여 중합효소연쇄반응(PCR)을 실시하였으며, 살모넬라균의 경우 O항원 및 H항원 혈청검사를 추가 수행하였다.

바이러스 검사를 위해 대변 현탁액을 3,000rpm에서 20분간 원심분리 후 그 상층액을 취하여 중합효소연쇄반응(PCR)과 효소면역학적 검사(ELISA)에 사용하였다. 유전자 검사를 위해 자동핵산추출장비(Genolution, Kogenebiotech, Seoul, Korea) 및 장비 전용시약 (Viral NA Kit, Kogenebiotech)을 사용하여 바이러스 핵산을 추출하였다. 노로바이러스 진단시약으로 PowerCheck Norovirus GI/GII Multiplex Real-time PCR kit (Kogenebiotech)를 사용하고, 제조사에서 제공한 PCR조건으로 Real-time PCR (7500 Fast, Applied Biosystems, Foster City, CA, USA) 수행하였으며 양성 ct 값을 나타내는 검체를 대상으로 세부유전자형 확인을 위해 conventional PCR을 추가 실시하였다. PCR premix가 12.5 µl 분주된 One-Step RT-PCR kit (SNC, Korea)에 핵산 5 µl, 10 pmol 농도의 Forward, Reverse primer 각 1 µl, 멸균 DW 5.5 µl를 첨가하여 총 25 µl volume으로 RT PCR (ProFlex PCR Systems, ThermoFisher Scientific, Pleasanton, CA, USA)을 실시하였으며, 프라이머 및 PCR 조건은 Table 1과 같다. 로타바이러스와 아데노바이러스 검사를 위해 RIDASCREEN Rotavirus & Adenovirus ELISA kit (R-Biopharm AG, Darmstadt, Germany)를 사용하여 항원검출 효소면역법을 수행한 후, 양성검체를 대상으로 conventional PCR을 실시하였다. 로타바이러스는 One-Step RT-PCR kit (SNC, Korea)에 핵산 10.5 µl,

Table 1. Primer and PCR condition for geno-typing of enteric virus in this study

Target	Primers	Sequences (5'→3')	Size (bp)	PCR condition
Norovirus GI	MON432 G1SKR	TGG-ACI-CGY-GGI-CCY-AAY-CA CCA-ACC-CAR-CCA-TTR-TAC-A	579	- 42°C, 30 min - 95°C, 15 min - 45 cycle
Norovirus GII	MON 431 G2SKR	TGG-ACI-AGR-GGI-CCY-AAY-CA CCR-CCN-GCA-TRH-CCR-TTR-TAC-AT	570	(95°C, 1 min/ 55°C, 1 min/ 72°C, 1 min) - 72°C, 10 min
Rotavirus VP4	Con3-F Con2-F	TGG-CTT-CGC-TCA-TTT-ATA-GAC-A ATT-TCG-GAC-CAT-TTA-TAA-CC	876	- 42°C, 40 min - 95°C, 15 min - 35 cycle (94°C, 1 min/ 50°C, 1 min/ 72°C, 1 min) - 72°C, 7 min
Rotavirus VP7	VP7-F VP7-R	ATG-TAT-GGT-ATT-GAA-TAT-ACC-AC AAC-TTG-CCA-CCA-TTT-TTT-CC	881	- 42°C, 30 min - 95°C, 15 min - 35 cycle (95°C, 30 sec/ 42°C, 30 sec/ 72°C, 1 min) - 72°C, 7 min
Astrovirus	Mon269 Mon270	CAA-CTC-AGG-AAA-CAG-GGT-GT TCA-GAT-GCA-TTG-TCA-TTG-GT	449	- 42°C, 40 min - 94°C, 15 min - 35 cycle
Sapovirus	SV-F21 SV-R1	ANT-AGT-GTT-TGA-RAT-GGA-GGG CWG-GTG-AMA-CMC-CAT-TKT-CCA-T	720	(94°C, 30 sec/ 58°C, 30 sec/ 72°C, 1 min) - 72°C, 7 min
Adenovirus	AD1 AD2	TTC-CCC-ATG-GCI-CAY-AAC-AC CCC-TGG-TAK-CCR-ATR-TTG-TA	482	- 94°C, 3 min - 35 cycle (94°C, 30 sec/ 50°C, 30 sec/ 72°C, 1 min) - 72°C, 5 min

10 pmol 농도의 Forward, Reverse primer 각 1 µl를 첨가한 총 25 µl 반응액으로, 아데노바이러스는 PCR premix가 10 µl 분주된 One-Step PCR kit (SNC, Korea)에 핵산 2 µl, 10 pmol 농도의 Forward, Reverse primer 각 1 µl, 멸균 DW 6 µl를 첨가한 총 20 µl 반응액으로 conventional PCR을 실시하였다. 아스트로바이러스와 사포바이러스 검사를 위해 One-Step RT-PCR kit (SNC, Korea)에 핵산 2 µl, 아스트로바이러스 Forward, Reverse primer 각 1 µl, 사포바이러스 Forward, Reverse primer 각 1 µl, 멸균 DW 6.5 µl를 첨가한 총 25 µl 반응액으로 Duplex RT-PCR을 실시하였다. 전기영동으로 종 특이적 유전자가 확인되면 PCR 산물을 질병관리청에서 지정한 염기서열 분석업체에 의뢰하였다. 장관감염증 바이러스의 세부 유전자형 확인을 위한 PCR 조건은 Table 1과 같다.

RESULTS

검사현황

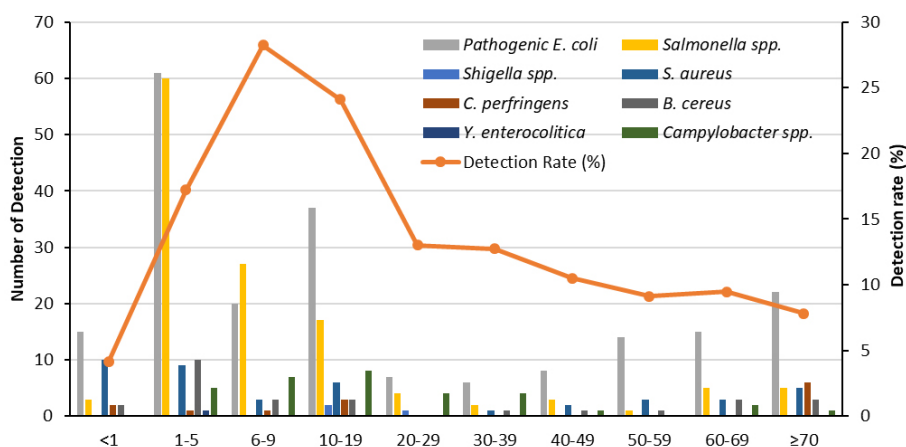
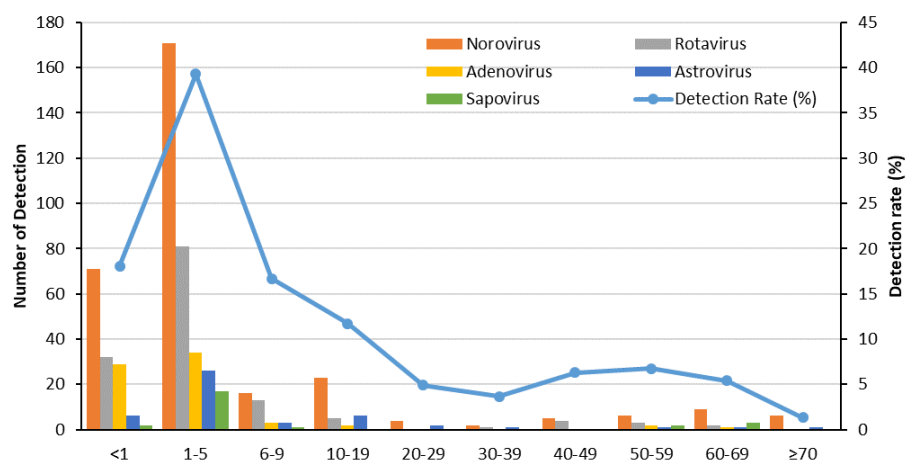
2018년부터 21년까지 인천 관내 협력병원에 내원한 설사환자 검체 3,550건을 검사하였는데, 성별로는 남성이 1,925명, 여성이 1,625명으로 남성이 여성보다 300명 많았으며, 병원체 검출률은 남·여가 각각 29.9%, 29.3%로 차이가 없었다 (Table 2).

연령별로는 10세 미만이 1,825명으로 전체 연령 구간에서 가장 높은 비중인 51.4%를 차지하였다. 그 다음 연령 분포로 70세 이상(538명, 15.2%) > 10-19세(307명, 8.6%) > 60-69세(296명, 8.3%) > 50-59세(208명, 5.9%) > 40-49세(143명, 4%) > 20-29세(123명, 3.5%), 30-39세(110명, 3.1%)를 차지하였다. 연령별 세균 검출률을 살펴보면, 1세 미만에서 4.1%, 1-5세 17.2%, 6-9세 28.2%, 10-19세 24.1%, 20-29세 13%, 30-39세 12.7%, 40-49세 10.5%, 50-59세 9.1%, 60-69세 9.5%, 70세 이상에서 7.8%로, 세균 검출률이 가장 높은 연령구간은 6-9세(28.2%) > 10-19세(24.1%) > 1-5세(17.2%) 순이었다. 연령별 바이러스 검출률은 1-5세(39.3%) > 1세 미만(18.1%) > 6-9세(16.7%) 순으로 전체 연령 중 5세 이하 그룹이 가장 높은 바이러스 검출률(29.1%)을 나타냈다 (Figs. 1-2).

협력병원별 검사현황을 살펴보면, 3차 병원에서 수집되는 검체가 3,403건으로 전체 검사량에서 95.9%로 대부분을 차지하였으며, 소아과 의원 검체가 전체 검사건수에서 2.9%를 차지하지만 병원체 분리(검출)율이 71.6%로 가장 높았다(data not shown).

Table 2. Prevalence of pathogens causing diarrhea according to gender and age group in Incheon Metropolitan city (2018-2021)

Gender age	Male				Female				Total			
	No. of tested	%	No. of positive	%	No. of tested	%	No. of positive	%	No. of tested	%	No. of positive	%
0-9	1,008	52.4	405	40.2	817	50.3	342	41.9	1,825	51.4	747	40.9
10-19	163	8.5	70	42.9	144	8.9	42	29.2	307	8.6	112	36.5
20-29	65	3.4	12	18.5	58	3.6	10	17.2	123	3.5	22	17.9
30-39	55	2.9	8	14.5	55	3.4	10	18.2	110	3.1	18	16.4
40-49	80	4.2	14	17.5	63	3.9	10	15.9	143	4.0	24	16.8
50-59	129	6.7	21	16.3	79	4.9	13	16.5	208	5.9	34	16.3
60-69	170	8.8	26	15.3	126	7.8	19	15.1	296	8.3	45	15.2
>70	255	13.2	19	7.5	283	17.4	30	10.6	538	15.2	49	9.1
Total	1,925	100	575	29.9	1,625	100	476	29.3	3,550	100	1,051	29.6

**Fig. 1.** Age distribution of bacterial gastroenteritis in Incheon Metropolitan city (2018-2021). The highest bacteria detection rate was 28.2% at 6-9 years, followed by a high detection rate of 24.1% at 10-19 years.**Fig. 2.** Age distribution of viral gastroenteritis in Incheon Metropolitan city (2018-2021). The highest virus detection rate was 39.3% at 1-5 years, followed by a high detection rate of 18.1% at <1 year.

병원체 검출 현황

월별 검출률을 살펴보면 세균은 7-8월경(여름), 바이러스는 11-4월까지(초겨울-봄) 검출률이 높았으며 (Fig. 3), 분리(검출)된 병원체의 종별 상대분포를 분석한 결과, 세균의 경우 병원성 대장균이 205건 분리되어 전체 검출 세균 중 가장 높은 46%를 차지하였으며 살모넬라(127건, 28%) > 황색포도상구균(42건, 9%) > 캄필로박터균(32건, 7%) > 바실루스 세레우스(27건, 6%) 순으로 분리되었다. 바이러스의 경우 노로바이러스가 가장 우점하였는데 313건에서 유전자 검출되어 전체 검출 바이러스 중 52%를 차지하였고, 로타바이러스(141건, 24%) > 아데노바이러스(71건, 12%) > 아스트로바이러스(47건, 8%) > 사포바이러스(25건, 4%) 순으로 검출되었다 (Table 3).

주요 5종 세균의 연도별 월별 분리건수를 살펴보면 병원성 대장균 및 살모넬라는 7-9월경 가장 많이 분리되고 겨울철에는 감소하는 증감을 반복하는 패턴을 보이고 있으며, 황색포도상구균 및 바실루스 세레우스는 계절적인 분포 특성을 추정할 수 없었고, 캄필로박터의 경우 18-21년까지 32건 분리되었는데 다른 계절보다 하절기(7-8월경)에 주로 분리되는 경향을 보였다 (Fig. 4).

노로바이러스는 주로 초겨울~이듬해 봄철(11-4월)까지 우세하게 검출되었고 여름철에는 감소하는 추세를 반복하고 있으며, 21년은 18-20년 대비 검출률이 가장 낮게 나타났다. 로타바이러스는 21년에는 검출되는 사례가 매우 낮았지만 18-20년에는 1-5월까지 소규모 유행하는 경향을 보였다 (Fig. 5).

병원성 대장균은 O:H 혈청군, 독소와 부착인자의 생산능력, 장세포에 대한 작용 및 임상적 증상이나 증후 등을 기초로 하여 EHEC(장출혈성 대장균), ETEC(장독소성 대장균), EPEC(장병원성 대장균), EIEC(장침습성 대장균)로 분류되며, 본 연구에서는 EPEC 191주 > ETEC 9주 > EHEC 4주 > EIEC 1주 순으로 분리되었으며, 살모넬라군(n=127)는 *Salmonella* I 4,[5],12:i:-가 전체 살모넬라 분리주의 23.6%로 가장 우세, 그 다음으로 *S. enteritidis*가 21.3% 차지하였다 (Table 3).

노로바이러스는 5개의 Genogroup으로 분류되며 이중 GI, GII, GIV가 주로 사람에서 위장관염을 일으키고, GIII와 GV는 소와 쥐에서 검출되는 것으로 알려져 있다. 본 연구에서 노로바이러스는 2018-2021년간 총 313건이 검출되었으며, 이중 GI형이 20건, GII형이 293건이었다. GI형의 경우 GI.3형이 GI 그룹 전체에서 가장 우세(50% 차지)하였고, GII의 경우 GII.4 (53.2%) > GII.3 (14%) > GII.2 (13.7%) 순으로 분포하였다 (Table 4). 노로바이러스 GII형이 우점하는 현상은 광주 및 제주지역의 소아·청소년을 대상으로 한 급성 설사질환 검사결과와 유사하였다 (6, 7).

최근 4년간 총 3,550건 대변 검체에서 병원체가 2종 이상 검출된 검체는 114건으로 전체 검사량의 약 3.2%를 차지하였고, 이중에서 2개의 병원체가 검출된 경우가 105건으로 가장 많았고, 3종의 병원체 검출 건은 8건, 최대 4종의 병원체가 검출된 검체도 1건 있었다. 중복감염으로 가장 많이 검출된 유형을 순서대로 나열하면 병원성대장균과 노로바이러스(13건), 노로바이러스와 로타바이러스(13건), 살모넬라와 병원성대장균(12건), 로타바이러스와 아데노바이러스(8건), 병원성대장균과 아스트로바이러스(7건) 등으로 집계되었다 (Table 5).

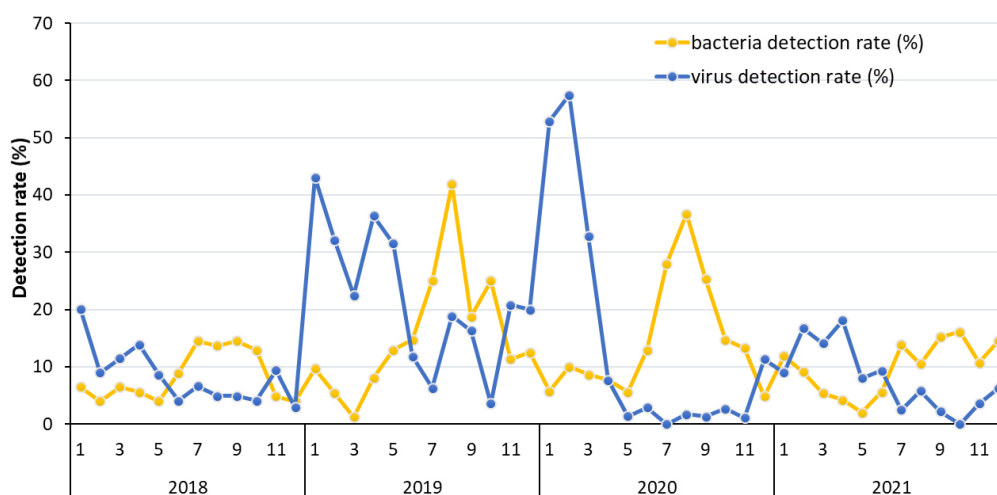
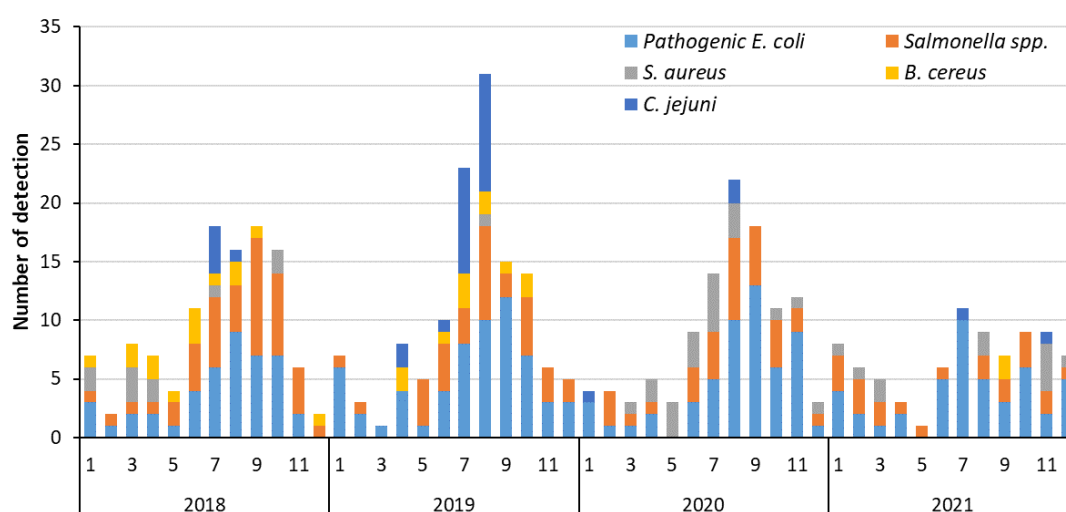


Fig. 3. Seasonal Distribution of pathogens isolated from diarrheal patients in Incheon Metropolitan city (2018-2021). The enteric pathogen detection rate displayed typical seasonality. The bacteria isolation rate was high from July to August (summer) and virus detection rate was high from November to April (early winter-spring).

Table 3. Monthly Distribution of pathogens isolated from diarrheal patients in Incheon Metropolitan city (2018-2021)

		Total	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
B a c t e r i a	Number of tested	3,550	317	224	310	341	284	334	338	310	291	293	307	201
	Total	450	27	18	19	24	17	36	67	79	59	51	33	20
	EHEC	4	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0
	ETEC	9	1	0	0	2	1	0	0	1	3	1	0	0
	<i>Escherichia coli</i> EPEC	191	14	6	5	6	1	14	29	33	32	25	16	10
	EIEC	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Subtotal	205	16	6	5	10	2	16	29	34	35	26	16	10
	<i>Salmonella</i> <i>S. typhi</i> & <i>S. paratyphi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Salmonella</i> <i>S. sonnei</i>	127	5	8	4	3	7	12	13	21	19	19	11	5
	<i>Shigella</i> <i>S. flexneri</i> , & <i>S. boydii</i>	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Staphylococcus aureus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Clostridium perfringens</i>	42	3	1	6	4	3	3	6	6	0	3	5	2
	<i>Bacillus cereus</i>	13	0	2	2	1	3	0	1	1	1	1	0	1
	<i>Listeria monocytogenes</i>	27	1	0	2	4	1	4	4	4	4	2	0	1
	<i>Yersinia enterocolitica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Campylobacter jejuni</i>	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	32	1	0	0	2	0	1	14	13	0	0	1	0	0
V i r u s	Total	597	123	74	79	89	43	30	24	32	27	14	38	25
	Norovirus GI	20	5	3	5	4	1	0	0	0	0	0	1	1
	Norovirus GII	293	81	44	31	44	19	20	8	5	6	4	17	14
	Group A Rotavirus	141	27	19	33	21	14	2	4	5	3	3	6	4
	Adenovirus	71	4	2	4	9	4	5	10	11	9	3	9	1
	Astrovirus	47	5	1	4	8	3	2	2	9	3	3	3	4
	Sapovirus	25	1	5	1	3	2	1	0	2	6	1	2	1

**Fig. 4.** Seasonal Distribution of the five most prevalent bacterial pathogens isolated from diarrheal patients in Incheon Metropolitan city (2018-2021). Pathogenic *E. coli* and *Salmonella* spp. were most frequently detected in July-September.

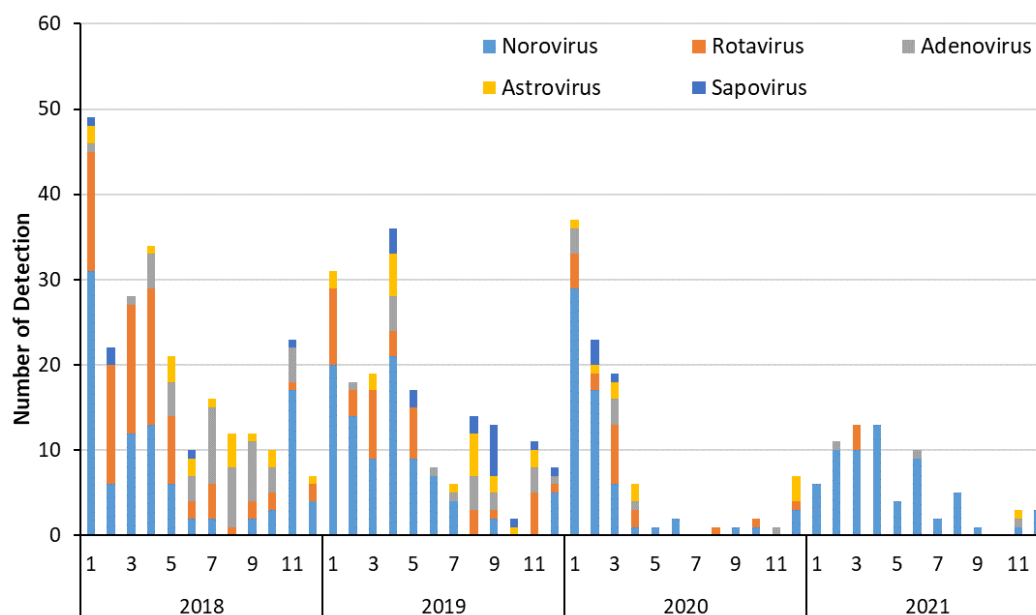


Fig. 5. Seasonal Distribution of viral pathogens isolated from diarrheal patients in Incheon Metropolitan city (2018-2021). Norovirus was mainly detected from November to April (early winter to spring) and tended to decrease in summer.

Table 4. Annual genotypic distribution of Norovirus in Incheon Metropolitan city (2018-2021)

Genotype	No. of positive samples (%)				Total (%)	
	2018	2019	2020	2021		
GI (n=20)	GI_2	-	2	-	1	3
	GI_3	1	7	1	1	10
	GI_4	-	-	-	1	1
	GI_5	-	-	1	-	1
	GI_6	-	-	1	-	1
	GI_9	-	1	1	-	2
	Other GI group	1	1	-	-	2
	SubTotal	2	11	4	3	20
GII (n=293)	GII_1	-	2	-	-	2
	GII_2	12	19	6	3	40
	GII_3	8	8	5	20	41
	GII_4	47	45	37	27	156
	GII_5	-	1	-	-	1
	GII_6	1	4	-	10	15
	GII_8	8	-	-	-	8
	GII_14	-	2	-	-	2
	GII_17	2	3	5	-	10
	Other GII group	10	3	4	1	18
	SubTotal	88	87	57	61	293

Table 5. Distribution of enteric pathogens in coinfections (n=114) among the 3,550 diarrheal patients in Incheon Metropolitan city (2018-2021)

	Pathogens
Bacterial coinfection (33 cases)	SAL + EC(10), SAL + SA(5), SAL + EC + SA(1), SAL + BC(1), EC + CJ(5), EC + SA(2), EC + BC(5), EC + CP(2), CJ + SA(1), CJ + CP(1)
Bacterial and Viral coinfection (42 cases)	SAL + RoV(1), SAL + AdV(2), SAL + EC + AsV + SaV(1), EC + NoV(11), EC + NoV + AdV(1), EC + NoV + SaV(1), EC + RoV(3), EC + RoV + AdV(1), EC + AdV(3), EC + AsV(6), EC + AsV + SaV(1), EC + SaV(2), CJ + AdV(1), SA + NoV(3), BC + NoV(4), CP + NoV(1)
Viral coinfection (39 cases)	NoV + RoV(11), NoV + RoV + AdV(1), NoV + RoV + SaV(1), NoV + AdV(5), NoV + AsV(5), NoV + SaV(3), RoV + AdV(7), RoV + AdV + AsV(1), RoV + AsV(1), RoV + SaV(2), AdV + AsV(1), AdV + SaV(1)

Abbreviations: SAL, *Salmonella* spp.; EC, pathogenic *E. coli*; CJ, *C. jejuni*; SA, *S. aureus*; BC, *B. cereus*; CP, *C. perfringens*; NoV, Norovirus; RoV, Rotavirus; AdV, Adenovirus; AsV, Astrovirus; SaV, Sapovirus.

DISCUSSION

인천 관내 감시사업 협력병원에 내원한 급성 설사환자의 가검물을 주 1회 수집하여 장관감염증 원인병원체(세균 및 바이러스)검사를 실시하였다.

2018-2021년 동안 총 3,550건의 검사를 수행하였는데, 성별에 따른 병원체 검출률에서는 큰 차이를 보이지 않았고, 검체 의뢰 건수는 종합병원에서 의뢰되는 비중이 전체의 95.9%를 차지하였지만, 검출률 부분에서는 검사 의뢰건수 비중이 2.9%인 소아과 의원에서 가장 높은 검출률(71.6%)을 보였다. 최근 4년간 병원체 검출률 분석에서 세균의 경우 6-9세가 28.2%로 가장 높았으며, 그 다음으로 10-19세가 24.1%를 차지했고, 바이러스의 경우 1-5세가 39.3%, 1세 미만 그룹에서는 18.1%로 타 연령대보다 검출률이 높았다는 점과 실제 소아과 의원에서 검사 의뢰한 102건 중 95건인 약 93%가 19세 미만이라는 점을 종합적으로 판단해 볼 때 병원에 내원하는 환자의 연령 특성 때문에 소아과 의원에서 가장 높은 병원체 검출률을 보인 것으로 판단된다.

영아, 소아·청소년기 연령대에서 비교적 병원체 검출률이 높은 것은 면역력이 성인에 비해 약하고 어린이집, 유치원, 학교 등 집단생활을 하는 특성상 다수의 인원이 특정 감염원에 공통으로 노출되기 쉽기 때문인 것으로 사료되며, 따라서 집단생활을 하는 소아·청소년기 연령대와 이들과 관련 있는 종사자들을 대상으로 수인성 감염병 예방을 위한 위생관리 및 모니터링 등을 강화할 필요가 있다고 생각된다.

월별 병원체 검출률은 세균의 경우 7-8월(여름철)에 가장 정점으로 높았고 9월에서 이듬해 5월까지의 서서히 감소하다 6월경부터 다시 서서히 증가하는 경향을 반복하고 있으며, 바이러스는 11-4월(초겨울~봄)까지 증가하다 5월경부터 8월까지의 감소하는 계절적 유행 주기를 보였다.

인천지역 주요하게 분리되는 세균으로는 병원성 대장균과 살모넬라균으로 전체 분리세균의 73.8%를 차지하고 있으며, 장병원성 대장균(EPEC)은 전체 병원성 대장균의 93.2%로 가장 많이 검출되었고, 살모넬라의 경우 *Salmonella* 14,[5],12:i:-와 *S. enteritidis*가 각각 23.6%, 21.3%로 전체 살모넬라에서 대부분을 차지하였다. 일반적으로 알려진 세균의 유행 주기처럼 병원성 대장균과 살모넬라는 여름에 많이 발생하고 겨울에 감소하는 경향을 보이고 있으며, 황색포도상구균과 바실러스 세레우스는 계절적 유행성을 보이지 않았고, 캄필로박터균의 경우 전체 분리세균에서 많은 비율을 차지하지는 않았지만 주로 7-8월경에 검출되는 것으로 나타났다.

바이러스 5종에 대한 검사결과 노로바이러스가 52%, 로타바이러스가 24% 순으로 전체 바이러스의 76%를 차지하였다. 특히 노로바이러스는 계절별 유행주기가 뚜렷하여 11월부터 이듬해 4월(초겨울~봄)까지 정점을 이루다 5월부터 8월까지 감소하고 다시 9월부터 서서히 증가하는 추세를 보였다.

최근 4년간 인천지역 급성 설사질환 감시사업에서 노로바이러스, 병원성 대장균 및 살모넬라가 우세하게 검출되는 경향은, 2015-2019년 국내에서 발생한 수인성·식품매개질환 집단발생 사례를 분석한 결과와도 일치하였다 (8).

2018-2021년 인천지역 설사질환자 대변 3,550건 중에서 원인 병원체가 분리되지 않은 음성 검체는 2,630건으로 총 검사량의 74.1%를 차지했으며, 1개 병원체가 검출된 경우는 806건(22.7%), 2종 이상의 병원체 검출(중복감염)건은 114건(3.2%)이었다. 중복감염 연

령대는 1-5세가 58명, 10-19세 18명, 6-9세 12명, 1세 미만 11명, 60-69세 6명, 50-59세 3명, 70세 이상 3명, 40-49세 2명, 30-39세 1명으로 1-5세가 가장 많았고, 세균과 바이러스 중복감염 42건, 바이러스간 중복감염 39건, 세균간 중복감염이 33건으로, 이중에서도 노로바이러스와 로타바이러스 중복감염이 전체에서 높은 비율을 차지하였다. 이는 2011-2017년 국내 한 종합병원 소아과에서 장관염증으로 내원한 소아의 대변 1,150건을 대상으로 한 병원체 조사 결과 (9)와 2013-2019년 급성설사질환 감시사업 결과 전국 5세 이하 소아에서 노로바이러스와 로타바이러스 중복 검출건이 전체 중복감염 검체의 45%를 차지하였다고 보고한 연구 (10)와도 일치하였다.

인천지역 급성설사질환 감시사업의 연도별 세균 검출률은 2018년부터 2021년까지 11.7%, 15.8%, 14.1%, 9.5%, 바이러스 검출률은 23%, 22%, 12.5%, 8.2%로 18년에서 21년으로 갈수록 세균 및 바이러스 병원체 검출률은 지속적으로 감소하였으며, 특히 바이러스의 경우 18년 대비 21년에는 14.8%가 감소하여 세균(2.2% 감소)보다 더 급격한 감소율을 보였다. 또한 18-19년에는 바이러스 검출률이 세균 검출률 보다 높았지만, 20-21년에는 세균 검출률이 더 높게 나타났다.

인천지역 최근 4년간 병원체 검출률 감소 경향은 타시도의 현황과 비슷한지 질병관리청에서 발행하는 「주간 건강과 질병」의 엔터넷 감시 현황 전국자료 (11-14)와 비교하였다. 전 연령대상 전국 평균 세균 검출률은 2018~2021년까지 14.3%, 15.6%, 16.3%, 16.7%로 인천 세균 검출률(11.7%, 15.8%, 14.1%, 9.5%)보다 대체적으로 높은 것으로 나타났으며, 지난 4년간 전국 세균 검출률은 일정하게 유지되는 반면, 인천은 21년에 전국 평균과 가장 큰 차이를 보이며 감소하였다. 5세 이하 연령대의 전국 평균 바이러스 검출률은 2018~2021년까지 25%, 28.6%, 17.3%, 27.8%로 인천(30.8%, 34.2%, 28.2%, 19.4%)과 비교하였을 때 인천은 2018~2020년까지는 전국 평균보다 바이러스 검출률이 높았지만, 2021년에는 전국 평균보다 8.4%나 낮은 큰 차이를 보이며 감소하였다. 전국적으로 대부분의 감염병 발생률이 2020년 코로나 유행 시작 이후에 감소되었다고 하나 21년도에 인천지역의 세균과 바이러스 검출률이 전국보다 낮은 것은 추가 조사를 할 필요가 있다고 사료된다.

본 연구는 최근 4년간 인천 관내 감시사업 협력병원에 내원한 급성 설사질환자의 대변 검체를 대상으로 매주 실험실 검사를 수행한 결과로 분리(검출)된 병원체의 연령별, 계절별 유행 특성을 분석하고 전국자료와 비교하였다. 본 감시사업을 통해 인천에서 발생하는 장관감염증에 비교적 취약한 연령대와 이들에게 주로 검출되는 병원체, 그리고 계절성을 보이는 병원체를 확인할 수 있었으며, 지역사회 감염병 예방관리를 위한 공중보건학적 근거자료로 활용될 수 있기를 기대한다.

REFERENCES

- 1) Cho SR, Chae SJ, Lee DY, Choi WY, Han MG. Pathogen Surveillance of Viral Acute Gastroenteritis in Korea, 2019. Public Health Wkly Rep, *PHWR* 2020;13:3094-3103. (https://kdca.go.kr/board/board.es?mid=a20602010000&bid=0034&list_no=710914&act=view)
- 2) Ryoo E. Causes of acute gastroenteritis in Korean children between 2004 and 2019. *Clin Exp Pediatr* 2021;64:260-8.
- 3) Shim JO. Differential diagnosis of acute diarrheal disorders in children. *J Korean Med Assoc* 2012;55:516-24.
- 4) Goh BS, Kim KY, Kim SW, Lee WK. Correlation changes between the detection rate of pathogens causing acute diarrheal disease and climatic elements in Daegu. *J Health Info Stat* 2019;44:32-40.
- 5) Korea Centers for Disease Control And Prevention. Practical guidelines for laboratory diagnosis of waterborne and foodborne diseases. Cheungju. Korea Centers for Disease Control And Prevention. 2017. (<https://kdca.go.kr/board/board.es?mid=a20507020000&bid=0019>)
- 6) Lee KT, Kim SM, Chong MS. Epidemiological Study on acute diarrheal disease of children and adolescents in the Jeju region using a Multiplex-PCR. *Korean J Clin Lab Sci* 2017;49:141-9.
- 7) Kee HY, Kim MJ, Kim SH, Ha DR, Kim ES, Jeong HS, et al. The genetic diversity of norovirus from children with diarrhea in Gwangju Metropolitan city, Korea:2008-2012. *J Bacteriol Virol* 2016;46:142-54.
- 8) Lee SH, Yun JW, Lee JH, Jung YH, Lee DH. Trends in recent waterborne and foodborne disease outbreaks in South Korea, 2015-2019. *Osong Public Health and Res Perspect* 2021;12:73-79.

- 9) Cho SM, Lee DS, Ha GY, Son DC, Lee CI. Enteric Parhogens in Pediatric Patients with Acute Gastroenteritis in Gyeongju, Korea: A Retrospective Study for 7 Years in a Regional Hospital. *Microbiol Biotechnol Lett* 2019;47:289-95.
- 10) Cho SR, Chae SJ, Jung SY, Choi WY, Han MG, Yoo CK, et al. Trends in acute viral gastroenteritis among children aged ≤5 years through the national surveillance system in South Korea, 2013-2019. *J Med Virol* 2021;93:4875-82.
- 11) Korea Centers for Disease Control And Prevention. Laboratory-based pathogen surveillance: Acute Gastroenteritis Viruses/Bacteria. Public Health Wkly Rep, *PHWR* 2019;12. (Disease_Surveillance_Statistics_for_Week_6,_2019_PHWR_(February_14,_2019).pdf)
- 12) Korea Centers for Disease Control And Prevention. Laboratory-based pathogen surveillance: Acute Gastroenteritis Viruses/Bacteria. Public Health Wkly Rep, *PHWR* 2020;13. (Disease+Surveillance+Statistics+for+Week+1,+2020_PHWR+(January+9,+2020).pdf)
- 13) Korea Centers for Disease Control And Prevention. Laboratory-based pathogen surveillance: Acute Gastroenteritis Viruses/Bacteria. Public Health Wkly Rep, *PHWR* 2021;14. (Disease+Surveillance+Statistics+for+Week+1,+2021_PHWR+(January+7,+2021).pdf)
- 14) Korea Centers for Disease Control And Prevention. Laboratory-based pathogen surveillance: Acute Gastroenteritis Viruses/Bacteria. Public Health Wkly Rep, *PHWR* 2022;15. (Disease+Surveillance+Statistics+for+Week+1,+2022_PHWR+(January+6,+2022).pdf)