

대구지역 급성설사질환 원인병원체 검출률과 기후요소와의 상관성 변화

고복실^{1,2}, 김건엽³, 김신우⁴, 이원기⁵

¹경북대학교 대학원 보건학과 박사과정, ²대구보건환경연구원 연구원, ³경북대학교 의과대학 예방의학교실 교수, ⁴경북대학교 의과대학 내과학교실 교수, ⁵경북대학교 의과대학 의료정보학교실 교수

Correlation Change between the Detection Rate of Pathogens Causing Acute Diarrheal Disease and Climatic Elements in Daegu

Bog Sil Goh^{1,2}, Keon Yeop Kim³, Shin Woo Kim⁴, Won Kee Lee⁵

¹Doctoral Student, Department of Public Health, Graduate School of Kyungpook National University, Daegu; ²Researcher, Health and Environment Institute of Daegu, Daegu; ³Professor, Department of Preventive Medicine, School of Medicine, Kyungpook National University, Daegu; ⁴Professor, Department of Internal Medicine, School of Medicine, Kyungpook National University, Daegu; ⁵Professor, Department of Medical Informatics, School of Medicine, Kyungpook National University Daegu, Korea

Objectives: We investigated the correlation between detection rates of pathogens causing diarrhea and the climatic elements (temperature and relative humidity) in recent 10 years in Daegu. **Methods:** From 2008 to 2017, we calculated the detection rates of bacterial and viral pathogens causing diarrheal disease from 12,771 fecal samples collected through the acute diarrhea laboratory surveillance project and got the data of temperature and relative humidity. Correlation analysis between climatic elements and detection rates was conducted and trend analysis was made using the correlation coefficient. **Results:** The correlation coefficient between temperature and detection rates of bacterial and viral pathogens was $r = 0.65$ ($p < 0.001$) and $r = -0.82$ ($p < 0.001$) each. The correlation coefficient between relative humidity and detection rates was $r = 0.76$ ($p < 0.001$), $r = -0.83$ ($p < 0.001$) each. From 2012 to 2017, the linear trend of correlation coefficient between temperature and detection rates of bacterial pathogens was $\beta = -0.090$ ($p = 0.066$) showing declining tendency. From 2008 to 2017, the linear trend of correlation coefficient between temperature and detection rates of viral pathogens was $\beta = 0.030$ ($p = 0.036$) showing declining tendency. In other words, the correlation between the causative pathogen detection rate and the climatic elements was high for 10 years but the linear trend of correlation between viral pathogen detection rate and temperature showed a declining tendency as it approached 2017. **Conclusions:** Recently, the general phenomenon that the acute diarrheal diseases by bacterial pathogens mainly occurs in summer season and by viral pathogens mainly in winter season is weakening.

Key words: Diarrhea, Detection rate, Climate, Correlation, Linear trend

서론

세균과 바이러스 등에 의한 감염성 급성설사는 구강-대변 경로나 오염된 음식과 물을 통해 감염되는 수인성·식품매개질환으로서, 사회정

제 수준, 교육의 정도, 주거시설, 공중위생과 기후요소 등 복합적인 요인에 의해서 설사질환 발생정도에 직간접적으로 영향을 받는 것으로 알려져 있으며, 많은 사람들이 동시에 감염될 수도 있고, 구토, 설사, 복통 등의 증상이 유발될 뿐만 아니라 환자의 치료 및 입원 격리에 따른

Corresponding author: Won Kee Lee

680 Gukchaebosang-ro, Jung-gu, Daegu 41944, Korea
Tel: +82-53-420-6939, E-mail: wonlee@knu.ac.kr

Received: January 11, 2019 Revised: February 21, 2019 Accepted: February 23, 2019

*This paper is a part of Goh's doctoral dissertation in department of public health of Graduate School of Kyungpook National University.

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

How to cite this article:

Goh BS, Kim KY, Kim SW, Lee WK. Correlation change between the detection rate of pathogens causing acute diarrheal disease and climatic elements in Daegu. J Health Info Stat 2019;44(1):32-40. Doi: <https://doi.org/10.21032/jhis.2019.44.1.32>

© It is identical to the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permit sunrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

© 2019 Journal of Health Informatics and Statistics

사회·경제적 손실을 발생시켜 더욱 문제가 되고 있다[1-3].

급성설사질환은 매년 세계인구 약 10명 중 1명에서 발병되고, 설사 환자 중 약 42만 명이 사망하며, 그중 약 1/3이 5세 미만의 소아이다[4]. 국내에서는 2007년 이후 매년 200-300건 정도 발생하고 2017년에는 544건으로 크게 증가하였으며 그중 학교 및 직장 등에서의 단체급식과 대중식당 등 집단 생활환경에서의 발생이 70.6%를 차지하였다. 그리고 우리나라에서 관리하는 급성설사질환 원인병원체는 제1군 콜레라, 장티푸스, 파라티푸스, 세균성이질, 장출혈성대장균, A형 간염, 제3군 비브리오패혈증 등의 법정 감염병과 장관감염증 20종을 포함하는 지정 감염병으로 총 27종에 이른다[5].

기온, 습도와 같은 기후요소는 급성설사질환 발생과 밀접한 관련성이 있다고 알려져 있으며 기온이 높아지게 되면 설사증상으로 병원에 입원하는 사람들이 늘어나고 콜레라, 기타 설사질환 등의 수인성질환이 증가하게 된다[6]. 최근 5년(2012-2017년) 동안 국내에서 집단 발생한 급성설사질환의 월별 유행분석 결과에 따르면 기온이 올라가는 5월부터 내려가기 시작하는 9월까지의 발생이 전체 발생의 48.9%로써 기온과 습도가 높은 계절에 병원체 증식이 활발하여 설사질환 발생이 증가한 것으로 나타났다[5]. 설사를 유발하는 세균성이질에 대한 발생률과 기후 연관성을 분석한 연구결과에서는 발생률과 기온 및 강수량 간에 통계적으로 양의 관련성이 관찰되었고, 강수량이 적은 봄과 가을철에도 강수량이 1 mm 상승하였을 때 각각 8.42%와 11.76% 발생률이 증가하였다[7]. 국내에서 집단으로 발생한 급성설사질환 병원체 조사결과 여름철에는 병원성대장균, 살모넬라균과 같은 세균성 병원체가 겨울철에는 노로바이러스와 같은 바이러스성 병원체가 주원인이 되었으며 가장 발생빈도가 높은 병원체는 노로바이러스(25.8%)와 병원성대장균(24.1%)이었다[8].

급성설사질환을 일으키는 병원체 가운데 세균성 병원체는 주로 고온고습한 하절기에, 바이러스성 병원체는 저온저습한 동절기에 집중적으로 검출된다는 일반적인 양상이 다소 변화하고 있다는 연구가 보고되고 있다. 2012년, 전국 급성설사질환 실험실 감시사업을 통한 세균성 병원체 조사결과에 따르면 병원체는 6월부터 9월까지 하절기에 집중적으로 발생하는 경향을 보였으나 5년(2008-2012년)간의 중기 조사결과를 비교했을 때 고온고습한 하절기의 기상상태와 세균성 설사질환 발생이 반드시 일치하지는 않는 것으로 나타났다[9]. 또한 2017년 국내 급성설사질환 원인 바이러스성 병원체 조사결과에서 장염바이러스는 1-5월과 10-12월에 높은 검출률을 보이고 하절기인 6-9월에는 낮은 검출률을 보여 전형적인 유행양상을 나타냈으나, 10월부터 2월까지 높은 검출률을 보였던 노로바이러스에서는 3-6월 초여름까지 지속적으로 높은 수준으로 검출되는 양상을 보여 주었다[10]. 미국 캘리포니아의 자료에 따르면 노로바이러스 병원체 발생은 오히려 높은 습도

환경과 연관성이 있다고 하였으며[11,12], 독일의 경우에는 노로바이러스 병원체 발생이 연중 지속적으로 일어나고 있다고 보고하였다[13,14].

기후요소와 급성설사질환 유발 세균성 및 바이러스 병원체 간의 상관성은 기존 연구를 통해 잘 알려져 있으나 단편적인 연구가 다수이며 장기간에 걸쳐 이들 상관성 정도 변화 혹은 추세에 대한 연구는 빈약하며 위생학적 요소들의 변화에 따라 원인병원체의 검출 양상도 변화되고 있어 장기간에 걸친 세균성 및 바이러스성 병원체 검출과 기후요소와의 상관성 변화를 살펴 볼 필요가 있다. 본 연구에서는 최근 10년(2008-2017년) 동안 대구지역 병·의원으로부터 수집한 설사분변 검체를 대상으로 다빈도 세균성 및 바이러스성 병원체 검출률과 기온, 상대습도 등 기후요소와의 상관관계와 상관관계 정도 변화 추세를 알아 보고자 한다.

연구 방법

최근 10년(2008-2017년)간의 급성설사질환 실험실 감시사업을 통해, 대구지역 병·의원에 급성설사 증상으로 내원 또는 입원한 환자의 설사분변을 주(week) 단위로 총 12,771건 수집하였다. 수집된 검체로부터 실험실 미생물검사를 실시하여 설사질환 원인병원체를 분리하고 검출률을 구하였다. 대상 원인병원체는 2008년부터 2011년(1차 기간)까지는 세균 5종(*Salmonella* spp., *Shigella* spp., Pathogenic *Escherichia coli* [Enterohemorrhagic *Escherichia coli*, EHEC; Enterotoxigenic *Escherichia coli*, ETEC] *Vibrio* spp., *Campylobacter* spp.)과 바이러스 5종(Rotavirus, Adenovirus, Norovirus, Astrovirus, Sapovirus), 2012년부터 2017년(2차 기간)까지는 세균 10종(*Salmonella* spp., *Shigella* spp., Pathogenic *Escherichia coli* [EHEC, ETEC, Enteropathogenic *Escherichia coli*, EPEC; Enteroinvasive *Escherichia coli*, EIEC] *Vibrio parahaemolyticus*, *Campylobacter jejuni*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens*, *Yersinia enterocolitica*, *Listeria monocytogenes*)과 바이러스 5종으로 확대하여 검사하였다.

세균성 병원체검사는 멸균된 0.1 M PBS (phosphate-buffered saline, pH 7.0) 1 mL에 설사분변 0.5-1 g을 혼합한 뒤 약 3분간 와류(vortex)하여 시험용액으로 사용하여 질병관리본부의 수인성·식품매개질환 진단지침서 「세균성 병원체 검사법」에 따라 검사하였다. 세균성 병원체 각각의 선택적인 증균 및 평판배지 배양실험을 통해 전형적인 균 집락 모양을 확인한 뒤, PCR시험과 확인된 균주에 대해 미생물자동분석기(VITEK 2 Compact, BioMerieux, US)로 병원체를 최종 동정하였다. 균주의 특성을 파악하기 위하여 각 균 속의 주요 혈청형 및 독소형 검사도 병행하였다.

바이러스 병원체 분석은 멸균된 0.1 M PBS (pH 7.0) 9 mL에 설사분

변 1 g을 섞어 약 3분간 와류하여 균질화하고, 4°C, 3,000 rpm에서 20 분간 원심분리하여 상층액을 RNA 유전자 및 효소면역법 분석에 사용하였다. 로타바이러스와 아데노바이러스는 RIDASCREEN® Rota & Adenovirus kit (R-Biopharm AG, Germany)를 사용하여 항원검출 효소면역법(Antigen capture ELISA)으로 병원체를 확인하였고, 노로바이러스는 핵산을 추출하여 실시간 역전사 중합효소 연쇄반응(Real-Time Reverse-Transcriptase Polymerase Chain Reaction, Real-Time RT-PCR) 검사법을 이용하여 1차 확인한 뒤 nested RT-PCR시험을 수행하여 염기서열분석으로 노로바이러스 유전자형을 확인하였다. 노로바이러스 분석에는 실시간 중합효소연쇄반응장치(ABI 7500 Fast Real-Time PCR system, Applied Biosystems, US), 역전사중합효소연쇄반응장치(CI1000™ Thermal Cycler, BIO-RAD, US)와 PowerChek™ Norovirus GI/GII Multiplex Real-time PCR kit (KOGENE BIOTECH, Korea), AccuPower® HotStart RT/PCR premix kit (Bioneer, Korea)를 사용하였다. 아스트로 바이러스와 사포바이러스는 HyQ™ one step RT-PCR Premix kit (SNC lab, Korea)를 사용하여 역전사중합효소 연쇄반응시험을 실시하여 특이 유전자를 확인하였다.

상관성 분석을 위한 기후자료 데이터는 기상청 기상자료개방포털 사이트를 이용하였으며 이는 대구광역시 기상관측지점에서 종관기상 관측장치(Automated Synoptic Observing System, ASOS)로 평균기온, 최저기온, 최고기온, 상대습도 등을 일(day) 단위로 측정된 값이다[16].

통계분석은 SAS 9.4 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)와 MS Office 2013의 Excel을 이용하였으며, 기후요소와 검출률 간의 상관성과 상관 계수 추정을 위하여 기후요소와 검출률의 평균값을 산출하여 사용하였다. 기후요소는 해당 연도 일 단위 측정값에 대하여 주 단위 평균값을 산출한 뒤 이를 토대로 10년간의 주 단위 평균값을 산출하였으며, 병원체 검출률은 주 단위로 수집한 검체 중 양성(positive)으로 판별된 검체의 수를 백분율로 환산하였다. 연도별 기후요소와 검출률 간의 상관계수 추정은 월 단위로 검출률을 합산하였고 기후요소도 이에 맞춰 평균값을 산출하여 사용하였다. 기후요소와 검출률 간의 상관성은 피어슨 상관계수(Pearson's correlation coefficient)를, 기후요소와 검출률 간의 상관정도 변화강도는 각 해당연도의 기후요소와 검출률 간의 상관계수를 활용하여 연(year)을 독립변수로, 상관계수를 종속변수로 한 회귀분석의 추정회귀계수를 이용하여 증감 정도를 판단하였으며 모든 통계 검정의 유의수준은 5%로 설정하였다.

연구 결과

급성설사질환 원인병원체 검출률

대구지역 병·의원에서 급성설사 증상으로 내원 또는 입원한 환자로

Table 1. Detection rate of bacterial and viral pathogens causing acute diarrheal disease by year

| Year | Number of cases | Bacteria | | Virus | |
|-------|-----------------|---------------------|----------------|---------------------|----------------|
| | | Number of detection | Detection rate | Number of detection | Detection rate |
| 2008 | 2,395 | 16 | 0.7 | 336 | 14.0 |
| 2009 | 2,231 | 29 | 1.3 | 226 | 10.1 |
| 2010 | 1,912 | 50 | 2.6 | 134 | 7.0 |
| 2011 | 1,806 | 37 | 2.0 | 172 | 9.5 |
| 2012 | 1,190 | 195 | 16.4 | 250 | 21.0 |
| 2013 | 1,040 | 200 | 19.2 | 260 | 25.0 |
| 2014 | 821 | 131 | 15.8 | 164 | 20.0 |
| 2015 | 660 | 94 | 14.2 | 136 | 20.6 |
| 2016 | 343 | 41 | 12.0 | 78 | 22.6 |
| 2017 | 373 | 58 | 15.4 | 153 | 41.3 |
| Total | 12,771 | 851 | 6.7 | 1,909 | 14.9 |

Bacterial pathogen detection was 5 species in 2008-2011 and 10 species in 2012-2017.

부터 수집한 설사분변 12,771건에 대하여 설사를 유발하는 원인병원체를 조사한 결과 세균성 병원체는 851건(6.7%), 바이러스성 병원체는 1,909건(14.9%) 검출되었다. 10년 동안의 연간 검출률은 세균성 병원체는 0.7-19.2%, 바이러스성 병원체는 7.0-41.3%로써 세균성보다 바이러스성 병원체가 높게 검출되어 바이러스가 원인인 설사환자가 더 많이 발생하는 것으로 나타났다. 세균성 병원체 검출률은 2008년 0.7%로 가장 낮았고 2013년 19.2%로 가장 높았으며 바이러스성 병원체 검출률은 2010년 7.0%로 가장 낮았고 2017년 41.3%로 가장 높았다. 10년간 5종의 병원체만을 대상으로 조사한 바이러스 검출률 결과를 살펴보면 이전보다 2배 이상 높은 검출빈도를 보여주는 2012년을 기점으로 병원체 발생이 증가 추세에 있음을 확인하였다(Table 1).

설사분변에서 분리된 세균성 병원체는 *Salmonella* spp. (24.3%), *S. aureus* (23.5%), *E. coli* (22.3%: EPEC 82.1%, EHEC 9.6%, ETEC 8.3%), *B. cereus* (14.1%), *C. perfringens* (10.6%), *Campylobacter* spp. (4.3%), *V. parahaemolyticus* (0.7%), *Y. enterocolitica* (0.4%) 순으로 분리되었으며, 바이러스성 병원체는 Norovirus (50.6%), Rotavirus (29.6%), Adenovirus (12.7%), Astrovirus (4.9%), Sapovirus (2.1%) 순으로 나타났다(Table 2).

설사분변 검체에서 분리된 병원체 2,760건에 대한 월별 검출빈도는 Figure 1과 같다. 10년 동안 설사질환을 유발하는 세균성 및 바이러스성 병원체의 월별 검출률은 14.1-31.0%로 나타났으며, 봄(3-5월) 21.7-25.7%, 여름(6-8월) 14.1-18.4%, 가을(9-11월) 15.0-20.0%, 겨울(12-2월) 26.0-31.0%로써 기온이 낮은 겨울철이 가장 높게 나타났고 봄, 가을, 여름 순이었다. 세균성 원인병원체 검사를 5종에서 10종으로 확대 실시한 2012년 이후(2차 기간)에 34.7-56.6%로 나타나 2012년 이전(1차 기간) 9.6-15.4% 검출률보다 2-3배 이상 증가한 것으로 나타났으며, 가장

Table 2. Detection of pathogens in acute diarrheal disease

| Year | Detection rate of Bacterial pathogen (%) | | | | | | | | Detection rate of viral pathogens (%) | | | | |
|-------|--|---------------|----------------|----------------------|-----------------------|-----------------|--------------------|-----------------|---------------------------------------|------|-------|-------|------|
| | <i>Salmonella</i> | <i>Vibrio</i> | <i>E. coli</i> | <i>Campylobacter</i> | <i>Staphylococcus</i> | <i>Bacillus</i> | <i>Clostridium</i> | <i>Yersinia</i> | Noro | Rota | Adeno | Astro | Sapo |
| 2008 | 68.8 | 0.0 | 31.3 | 0.0 | - | - | - | - | 50.4 | 19.8 | 24.0 | 5.5 | 0.3 |
| 2009 | 75.9 | 13.8 | 6.9 | 3.4 | - | - | - | - | 26.6 | 54.4 | 15.6 | 3.4 | 0.0 |
| 2010 | 94.1 | 2.0 | 3.9 | 0.0 | - | - | - | - | 46.5 | 35.4 | 13.2 | 2.1 | 2.8 |
| 2011 | 83.8 | 0.0 | 13.5 | 2.7 | - | - | - | - | 42.3 | 45.1 | 12.1 | 0.5 | 0.0 |
| 2012 | 17.7 | 0.0 | 28.6 | 2.2 | 30.7 | 17.7 | 3.0 | 0.0 | 60.0 | 18.2 | 13.5 | 6.2 | 2.2 |
| 2013 | 8.6 | 0.4 | 16.9 | 0.8 | 23.9 | 24.3 | 25.1 | 0.0 | 55.7 | 28.3 | 8.8 | 2.0 | 5.2 |
| 2014 | 8.2 | 0.0 | 32.2 | 4.8 | 34.7 | 5.4 | 15.6 | 0.0 | 66.5 | 17.8 | 5.4 | 9.2 | 1.1 |
| 2015 | 11.4 | 0.0 | 26.7 | 16.2 | 29.5 | 6.7 | 7.6 | 1.9 | 56.6 | 30.3 | 2.1 | 9.0 | 2.1 |
| 2016 | 33.3 | 2.1 | 8.3 | 8.3 | 20.8 | 20.8 | 6.3 | 0.0 | 63.4 | 12.2 | 6.1 | 7.3 | 11.0 |
| 2017 | 33.8 | 0.0 | 25.0 | 7.4 | 11.8 | 17.6 | 1.5 | 2.9 | 44.2 | 37.6 | 9.1 | 6.7 | 2.4 |
| Total | 24.3 | 0.7 | 22.3 | 4.3 | 23.5 | 14.1 | 10.6 | 0.4 | 50.6 | 29.6 | 12.7 | 4.9 | 2.1 |

The denominator of percentage is the number of detection in Table 1.

검출률이 높았던 시기는 1차 기간에는 1월이었으나 2차 기간에는 12월로 조사되어 1개월 정도 빨라진 것으로 나타났다(Figure 1A).

세균성 병원체 851건의 월별 검출빈도는 10년 동안 2.5-11.3%로 나타났다. 7월과 10월에 11.3%, 11.2%로 가장 높게 나타났다. 1차 기간의 검출률은 1.6%로써 대체적으로 낮았으나, 2차 기간의 검출률은 16.6%로써 10배 이상 높게 검출되었고 6월에서 10월까지의 검출률이 22.1-29.3%로 가장 높게 나타나 뚜렷한 하절기 발생 특성을 보였다(Figure 1B).

바이러스성 병원체 1,909건에 대한 월별 검출빈도는 10년간 4.9-27.6%로 조사되었으며, 세균성 병원체 검사결과와 달리 12월에서 2월까지 23.6-27.6%로 높게 나타났다. 바이러스성 병원체는 11월에 검출빈도가 증가하기 시작하여 12월과 1월에 가장 높았으며, 4월 이후 서서히 감소하기 시작하여 기온이 높은 7-10월에 검출률이 가장 낮았다(Figure 1C).

원인병원체 검출률과 기후요소와의 상관성

10년간의 검출률 및 기후요소를 주 단위로 통합하여 주차를 X축, 기후요소(기온, 상대습도)와 세균 및 바이러스성 병원체 검출률을 Y축으로 한 점도표(scatter plot)이며 추세를 살펴보기 위하여 '한 주 앞의 값을 이용한 2주 이동평균값'을 선으로 연결하여 나타냈다.

10년(2008-2017년)간 설사분변 검체에서 분리된 세균성 병원체의 검출률과 기온 및 상대습도와의 상관계수는 각각 0.65, 0.76으로 강한 양의 상관성을 보였고, 바이러스성 병원체 검출률과의 상관계수는 각각 -0.82, -0.83으로 강한 음의 상관성을 보였으며 유의하였다(Figure 2A).

세균성 병원체를 10종으로 확대한 2012년을 기준으로 1차 기간(2008-2011)과 2차 기간(2012-2017)을 구분하여 상관성을 살펴본 결과, 세균성 병원체 검출률과의 상관성에서는 1차 기간의 경우 기온 및 상대습도와의 상관계수가 각각 0.02, 0.18로 상관성이 거의 없었고(Figure

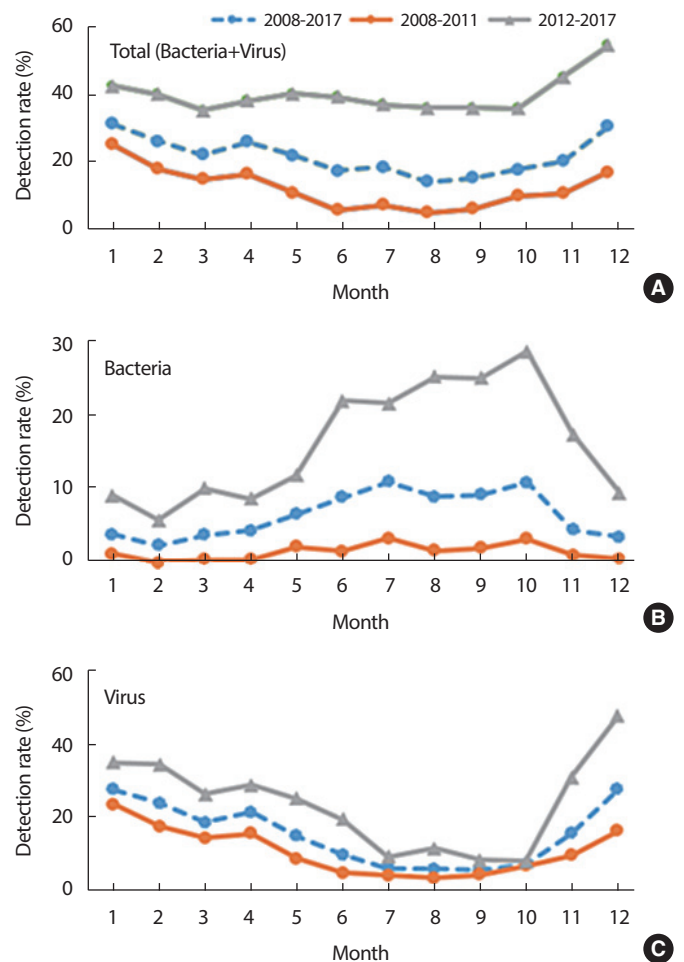


Figure 1. Monthly detection rate of bacterial and viral pathogens causing acute diarrheal disease.

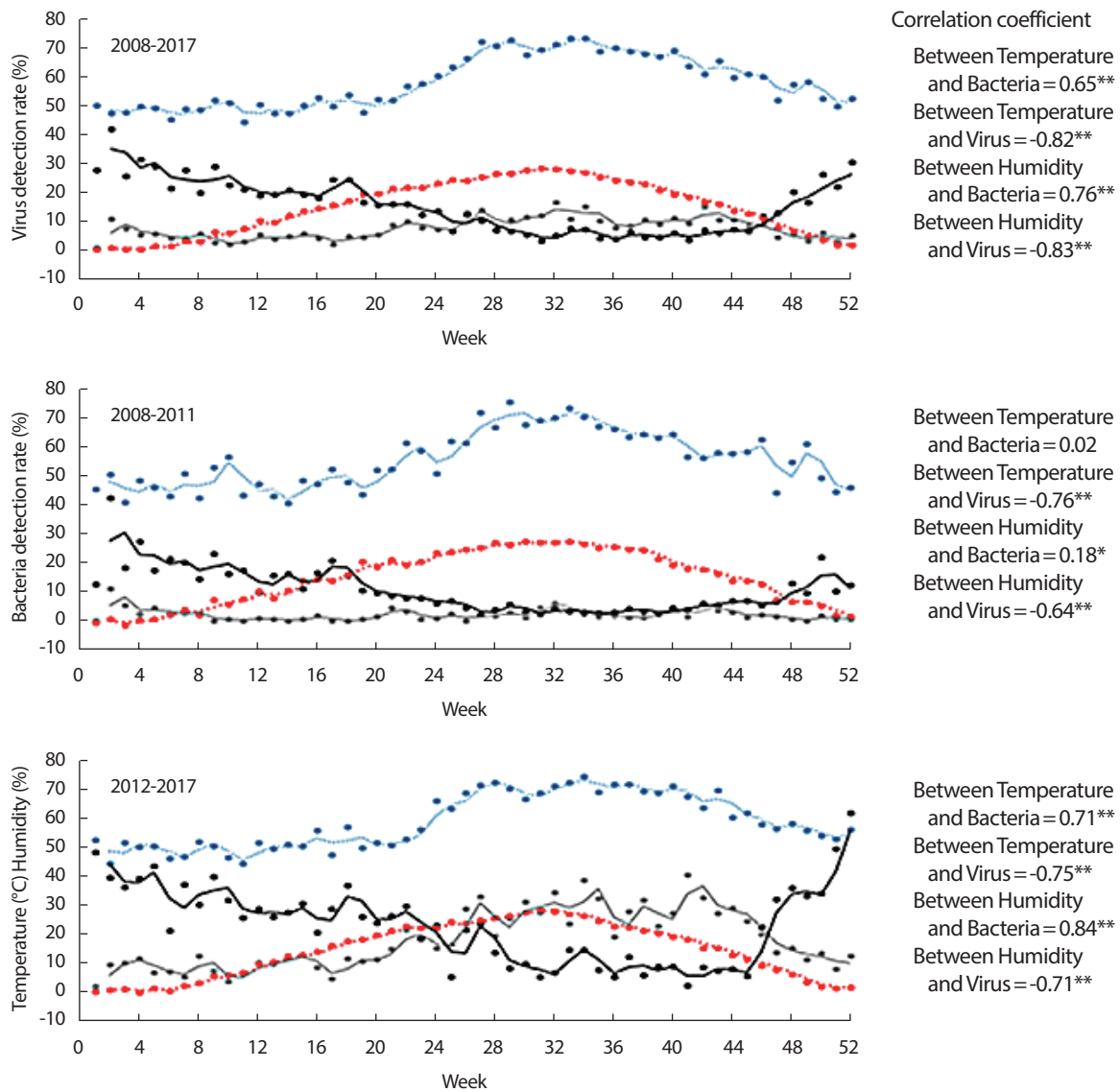


Figure 2. Correlation between climatic elements and causative pathogen detection rates (Black: Virus, Gray: Bacteria, Blue: Humidity, Red: Temperature). * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$.

2B), 2차 기간의 경우 0.71과 0.84로 유의하게 높은 상관성이 있는 것으로 나타났으며, 바이러스성 병원체 검출률과의 상관성은 1, 2차 기간 모두 유의하게 상관성 있는 결과를 보여주었다(Figure 2C).

Figure 3은 Appendix에 있는 연도별 월단위 기온 및 상대습도와 원인병원체 검출률 간의 연도별 상관계수를 이용한 추세변화를 시각화하였다.

세균성 병원체 검출률과 기온과의 상관계수는 2012년 0.88로 가장 높았고 2016년 0.24로 가장 낮았다. 2012년부터 최근 5년간 상관계수들의 선형적인 추세는 해가 거듭될수록 $\beta = -0.090$ 으로 약화되는 경향은 있었지만 유의하지는 않았다. 상대습도와의 상관계수는 2012년 0.82로

가장 높았고 2011년 0.27로 가장 낮았다.

바이러스성 병원체 검출률과 기온과의 상관계수는 2009년 -0.91로 가장 높은 음의 상관성이 있었고 2017년 -0.48로 가장 낮았다. 10년간 상관계수들의 선형적인 추세는 해가 거듭될수록 $\beta = 0.030$ 으로 증가추세로 상관계수가 0에 가까워져 상관성 정도는 유의하게 감소하는 경향을 보였다($p = 0.036$). 상대습도와의 상관성 정도는 2014년 -0.92로 가장 높은 음의 상관성을 보였고 2015년 -0.37로 가장 낮았으며, 선형적인 추세는 유의하지 않았다.

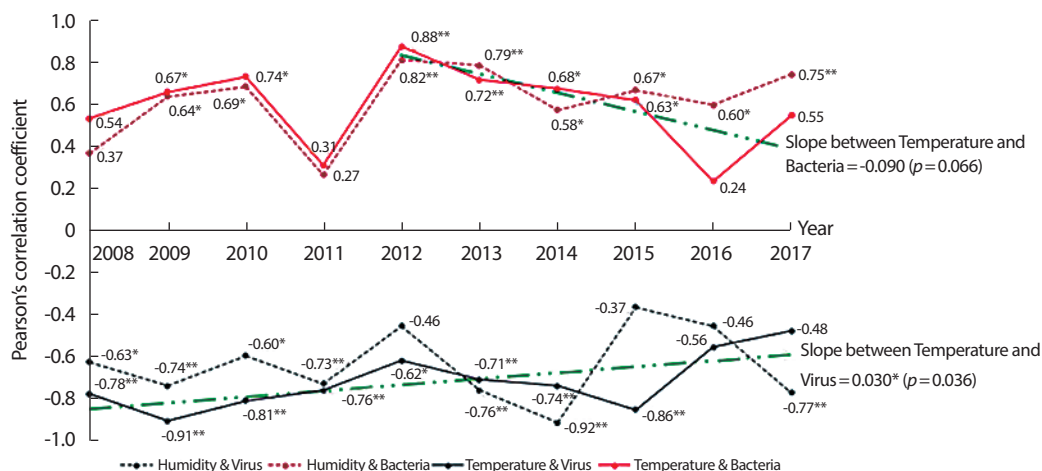


Figure 3. Correlation coefficient between climatic elements and pathogen detection rate each year and linear trend. * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$.

고찰

급성설사질환은 세균, 바이러스와 같은 감염성 병원체에 의해 설사와 함께 구토, 발열, 복통을 일으키는 것으로 설사환자의 수는 매년 현저하게 증가하는 추세이며 공중보건을 크게 위협하고 있다[17]. 급성설사질환 실험실 감시사업은 질병관리본부 주관으로 시·도 보건환경연구원, 지역 내 병·의원과 연계하여 연중 실시되는 실험실 표본 감시사업으로, 급성설사질환 의심환자 설사분변으로부터 원인병원체를 분리 동정하고 병원체별 특성과 유행양상을 분석하여 감염병 관리 및 환자 치료에 필요한 정보를 제공한다. 감시사업에 10년 동안 참여한 지역 병·의원은 감시사업을 효과적으로 운영하기 위해 주관 부서인 질병관리본부의 사업 정책 변경에 따라 2008년부터 2011년까지(1차 기간)는 대부분 2·3차 병원, 2012년부터 2017년까지(2차 기간)는 1·2차 병·의원 중심으로 참여하게 되어 설사분변 검체 수집이 2차 기간에는 감소되었다. 최근 10년(2008-2017년)간 대구지역 병·의원에 입원 또는 내원한 설사환자에서 채취한 분변 12,771건으로부터 급성설사질환을 유발하는 원인병원체를 분리한 결과, 세균성 병원체는 851건(6.7%), 바이러스성 병원체는 1,909건(14.9%)이었으며, 세균성 병원체의 경우 1차 기간(2008-2011년) 검출률은 1.6%이었으나 2차 기간(2012-2017년)에는 16.7%로 10배 정도 증가하였다. 이는 2차 기간부터 대상 병원체를 살모넬라균 등 5종에서 황색포도알균 등 10종으로 확대함으로써 장내 상재균인 황색포도알균, 영유아 미량감염 가능균인 장병원성대장균 그리고 토양 등 환경에 상재하는 바실러스균 등이 많이 분리됐기 때문으로 보인다[9].

바이러스성 병원체의 검출률은 세균성보다 더 높게 나타났는데, 1차 기간에는 7.0-14.0% (평균 10.4%), 2차 기간에는 20.0-41.0% (평균

23.5%)로써 병원체 분리율이 2배 이상 증가하였고 바이러스성 설사환자가 훨씬 더 많은 것을 알 수 있었다. 2차 기간 시작연도인 2012년에는 전 세계적으로 노로바이러스 감염이 급증하였고 국내에서도 바이러스 검출률이 증가하는 경향을 보여주었다[18,19]. 또한 2008년부터 2012년까지 5년 동안 광주지역 급성설사환자의 분변에서 분리된 바이러스성 병원체 검출률 32.1-46.2% (평균 40.0%) 결과는 바이러스성 설사질환자 발생이 증가하는 경향을 보여준 본 연구결과와 비슷한 것으로 나타났다[20].

설사질환 원인병원체의 월별 분포특성을 보면, 세균성 병원체의 검출률은 7월 11.3%로 가장 높았고 6월부터 10월까지 높게 나타났으며, 바이러스성 병원체의 검출률이 가장 높은 시기는 1월 27.6%였으며 11월부터 4월까지 대체로 높게 나타났다. 이는 일반적으로 설사질환을 일으키는 세균성 병원체는 6월과 9월 하절기에 집중적으로 검출률이 높아지고, 바이러스성 병원체는 기온이 낮은 동절기에 높고, 기온이 높은 하절기에는 낮은 전형적인 양상과 유사하였다[21-23].

10년간 원인병원체 검출률과 기온, 상대습도에 대한 상관관계를 분석한 결과에서, 세균성 병원체와의 상관계수는 각각 0.65와 0.76, 바이러스성 병원체와의 상관계수는 -0.82와 -0.83으로 강한 상관성이 있는 것으로 나타났는데 이러한 결과는 Kim et al. [24]의 기온 및 습도와 병원체 간의 상관성 조사에서 병원성대장균은 각각 0.89, 0.88, 살모넬라균은 각각 0.75, 0.38, 노로바이러스는 -0.97, -0.87로 나타난 결과와 비슷하였다. 그러나 연도별 기후요소와 원인병원체 검출률과의 상관계수를 이용하여 분석한 상관성 정도변화에 대한 추세 분석결과, 대상 세균성 병원체가 10종으로 확대된 2012년 이후 기온과의 상관계수들의 선형적인 추세는 유의하지는 않았지만 $\beta = -0.090$ 으로 2017년에 가까울수록 약해지고 있는 것으로 확인되었고, 바이러스성 병원체의 경

우에도 10년간 기온과의 상관계수들의 선형적인 추세는 $\beta=0.030$ 으로 유의하게 감소하는 경향을 보였다. 따라서 세균성 병원체의 경우 기온과 상대습도가 낮을 때이거나 바이러스성 병원체의 경우 기온과 상대습도가 높을 때에도 원인병원체 검출률은 증가되는 방향으로 갈 것으로 전망된다.

급성설사질환을 일으키는 원인병원체의 검출률과 기후요소와의 상관성 정도가 2017년에 가까울수록 점점 약해지는 경향을 보인 결과는 질병관리본부에서 발표한 질병관리백서에서 기후변화, 교통발달, 해외 여행 및 외식증가 등으로 급성설사질환의 발생패턴이 연중 발생하는 경향을 보이며 특히 국민 생활수준 향상에 따른 주거환경개선으로 인해 연중 실내온도가 일정하게 유지되어 계절적 영향이 줄어들고 있다는 보고결과와 일치하였다[25]. 생활환경이 좋아지면서 실내에 에어컨, 보일러 등 냉난방시설의 보급률이 늘어나[26] 연중 기온과 습도가 일정하게 유지되는 실내에서 대부분의 시간을 보내는 유아나 학생 및 노약자층에서 특히 설사질환 발생빈도가 더 높게 나타날 가능성이 있으므로 각별한 관리가 필요하겠다.

병원체 검출률과 기후요소와의 상관성 연구를 수행함에 있어서, 본 연구는 수집한 검체의 표본 크기가 일정하지 않아 발생률 대신 검출률 값을 구하고 대구지역만을 대상으로 한 연구의 제한점이 있으나 10년이라는 장기간을 대상으로 설사질환 원인병원체의 분리 특성과 유행양상을 도출하였다. 원인병원체 검출률과 기후요소 간의 상관분석 결과에서 상관강도가 2017년에 가까울수록 약화되고 있다는 방향성을 확인하였다는 점에서 그 의미를 찾을 수 있으며, 향후 전국을 대상으로 하는 기후요소와의 상관성 변화를 추적해 볼 필요성이 있음도 제안하고자 한다. 사회적인 변화 및 기후 등의 환경변화로 인하여 앞으로 급성설사질환의 발생은 증가될 것으로 예측되기 때문에 원인병원체 모니터링을 통한 발생특성 파악을 토대로 기후·환경적 변화에 대응할 수 있는 예방 및 관리방안 연구에 더욱 집중할 필요성이 있겠다.

결론

대구지역에서 급성설사질환을 유발하는 원인병원체의 검출률과 기후요소(기온, 상대습도)와의 상관성 정도 변화를 조사하기 위하여 2008년부터 2017년까지 10년간 수집한 설사 분변 12,771건을 대상으로 세균성 병원체(10종)와 바이러스성 병원체(5종)를 분리하여 검출률을 구하고 기후요소와의 상관계수와 시간 흐름에 따른 상관성 정도를 분석하였다.

먼저, 설사를 유발하는 원인병원체는 설사분변 검체 12,771건 중 2,760건(21.0%)이 분리되었으며 세균성 병원체는 851건(6.7%), 바이러스성 병원체는 1,909건(14.9%)으로 조사되었다.

원인병원체의 검출률과 기후요소와의 상관관계를 분석한 결과, 세균성 병원체는 기온과 상대습도가 높을수록 검출률이 높아지는 강한 양의 상관관계를, 바이러스성 병원체는 기온과 상대습도가 높을수록 낮아지는 강한 음의 상관관계를 나타내었으나, 2017년에 가까울수록 고온고습한 하절기에는 세균성 병원체가, 저온저습한 동절기에는 바이러스성 병원체가 많이 발생한다는 일반적인 양상이 점점 약화되고 있는 것으로 조사되었다. 이러한 경향성은 임의표집도 표본크기도 일정하지 않으며 기후요소도 평균값을 사용하는 등 결론을 도출하기에 제한적인 요소가 있지만 이러한 기후요소와의 연관성에 대한 연구가 빈약한 가운데 실증적인 자료를 제시하였다는 점에서 연구의 의의가 있다고 생각한다.

사회·환경 및 위생학적 변화로 인해 감염성 병원체는 더욱 다양화 될 가능성이 있기 때문에 급성설사질환 유발 원인병원체에 관한 지속적인 분석자료 축적과 정보 공유가 요구되며, 세균성 및 바이러스성 설사질환의 발생 분포특성을 정확하게 파악하고 기후요소와의 상관성 변화를 전국적으로 확인해 볼 필요성이 있겠다.

ORCID

Keon Yeop Kim <https://orcid.org/0000-0002-1192-1767>

Shin Woo Kim <https://orcid.org/0000-0002-3755-8249>

Won Kee Lee <https://orcid.org/0000-0003-4217-5792>

REFERENCES

- Shim JO. Differential diagnosis of acute diarrheal disorders in children. J Korean Med Assoc 2012;55(6):516-524 (Korean).
- Park KJ. The estimation and analysis of outbreak cases and socio-economic costs for foodborne disease in Korea. Cheongju: National Institute of Food and Drug Safety Evaluation; 2013, p. 83-92 (Korean).
- Seo GS, Choi SC. Diarrhea (Based on acute infectious diarrhea). Korean J Med 2010;78(1):49-53 (Korean).
- World Health Organization. Estimates of the global burden of foodborne diseases: foodborne disease burden epidemiology reference group 2007-2015; WHO 2015.
- Korea Centers for Disease Control and Prevention. Guideline of national institute of health diagnostic laboratory. Cheongju: Korea Centers for Disease Control and Prevention; 2018, p. 3-37 (Korean).
- Jang CJ. Climate change and health. Environ Life 2009;59:127-138 (Korean).

7. Song YJ. Epidemiologic characteristics and the association with climatic factors of shigellosis in Korea [dissertation]. Graduate School, Eulji University; Korea, 2015.
8. Oh KH, Chung GT, Janf EJ, Han KW, Lee HM. Waterborne and foodborne disease outbreaks in Korea, 2011-2012. *Public Health Weekly Rep* 2013;6(43):1-6 (Korean).
9. Kim NK, Chai JJ, Kim JS, Chung GT, Kang YH, Hong SY. The prevalence and characteristics of bacteria causing acute diarrhea in Korea, 2012. *Ann Clin Microbiol* 2013;16(4):174-181 (Korean).
10. Cho SR, Lee DY, Jung SY, Chae SJ, Choi W, Kang C. Results of laboratory-based acute viral gastroenteritis surveillance in Korea, 2016. *Public Health Weekly Rep* 2018;11(1):2-7 (Korean).
11. Groen A. A geospatial analysis of norovirus outbreaks in California, and an investigation of the impact of environmental variables. San Francisco: University of San Francisco; 2015.
12. Shamkhali Chenar S, Deng Z. Environmental indicators for human norovirus outbreaks. *Int J Environ Health Res* 2017;27(1):40-51.
13. Bradt K, Monazahian M, Baillot A, Heckler R. Norovirus infections. Germany, NGLA: Annual Report of the Public Health Authority of the Federal State of Lower Saxony; 2005, p. 20-25.
14. Semenza JC, Herbst S, Rechenburg A, Suk JE, Hoser C, Schreiber C, et al. Climate change impact assessment of food-and waterborne diseases. *Crit Rev Environ Sci Technol* 2012;42(8):857-890.
15. Korea Centers for Disease Control and Prevention. Waterborne foodborne disease laboratory diagnostic practice guidelines. Cheongju: Korea Centers for Disease Control and Prevention; 2018, p. 11-21 (Korean).
16. Korea Meteorological Administration. Comprehensive climate change monitoring information system. Seoul: Korea Meteorological Administration; 2018 (Korean).
17. Nyachuba DG. Foodborne illness: is it on the rise?. *Nutr Rev* 2010; 68(5):257-269.
18. Van BJ, Ambert BK, Botteldoorn N, Eden JS, Fonager J, Hewitt J, et al. Indications for worldwide increased norovirus activity associated with emergence of a new variant of genotype II.4, late 2012. *Euro Surveill* 2013;18(1):8-9.
19. Hwang BM, Lee DY. Laboratory surveillance of viral acute gastroenteritis in Korea, 2013. *Public Health Weekly Rep* 2014;7(48):1065-1070 (Korean).
20. Kee HY. Prevalence and genotypes of enteric viruses from children with diarrhea in Gwangju metropolitan city, 2008-2012 [dissertation]. Graduate School Chonnam National University; Korea, 2015.
21. Kim NO, Hong SH, Kwan HS. Prevalence and characteristics of bacteria causing acute diarrhea in Korea, 2012-2015. *Public Health Weekly Rep* 2016;9(46):922-928 (Korean).
22. Jeong HJ, Hwang BM, Kwak HS, Lee DG. Laboratory surveillance of viral acute gastroenteritis in Korea, 2015. *Public Health Weekly Rep* 2017;10(20):922-928 (Korean).
23. Park NH. Study on the isolation characteristics and antibiotic resistance of pathogens causing diarrheal disease [dissertation]. Graduate School, Chungbuk University; Korea, 2016.
24. Kim YS, Park KH, Chun HS, Choi C, Bahk GJ. Correlations between climatic conditions and foodborne disease. *Food Res Int* 2015;68:24-30 (Korean).
25. Korea Centers for Disease Control and Prevention. 2016 White paper on Administration of disease. Cheongju: Korea Centers for Disease Control and Prevention; 2017, p. 132 (Korean).
26. Gallup Korea. Investigation into the use of air conditioning in the summer of 2018. Gallup Korea Daily Opinion; 2018 (Korean).

Appendix. Annual climatic factors and detection rates

| Year | Month | Temperature | Humidity | Detection rate | | Year | Month | Temperature | Humidity | Detection rate | |
|-------------|-------|-------------|----------|----------------|-------|-------------|-------|-------------|----------|----------------|-------|
| | | | | Bacteria | Virus | | | | | Bacteria | Virus |
| 2008 | 1 | 1.5 | 55.2 | 9.9 | 35.2 | 2013 | 1 | -0.1 | 51.5 | 15.5 | 38.0 |
| Pearson's r | 2 | 1.5 | 37.6 | 5.4 | 20.1 | Pearson's r | 2 | 2.6 | 43.2 | 18.1 | 44.6 |
| A: 0.54 | 3 | 9.1 | 51.3 | 0.0 | 13.7 | A: 0.72 | 3 | 9.8 | 40.8 | 15.9 | 34.2 |
| B: 0.37 | 4 | 14.8 | 53.1 | 0.7 | 21.1 | B: 0.79 | 4 | 12.3 | 47.3 | 11.5 | 32.7 |
| C: -0.78 | 5 | 19.7 | 53.1 | 2.3 | 11.4 | C: -0.71 | 5 | 20.3 | 52.8 | 19.2 | 35.9 |
| D: -0.63 | 6 | 21.1 | 68.9 | 0.0 | 4.6 | D: -0.76 | 6 | 24.3 | 66.0 | 29.5 | 26.9 |
| | 7 | 28.4 | 68.7 | 1.0 | 6.9 | | 7 | 28.7 | 66.7 | 23.7 | 6.2 |
| | 8 | 25.8 | 68.9 | 0.6 | 3.1 | | 8 | 29.0 | 68.6 | 29.2 | 21.4 |
| | 9 | 23.0 | 66.0 | 0.9 | 4.4 | | 9 | 23.0 | 67.1 | 36.3 | 5.9 |
| | 10 | 17.8 | 58.0 | 1.1 | 14.3 | | 10 | 17.2 | 64.1 | 32.5 | 3.8 |
| | 11 | 9.5 | 55.9 | 0.6 | 10.6 | | 11 | 8.9 | 54.6 | 15.0 | 25.0 |
| | 12 | 3.3 | 49.6 | 0.3 | 16.6 | | 12 | 3.5 | 50.5 | 6.3 | 53.1 |
| 2009 | 1 | 0.7 | 44.1 | 0.0 | 21.9 | 2014 | 1 | 0.0 | 47.5 | 3.0 | 17.2 |
| Pearson's r | 2 | 6.4 | 50.3 | 0.4 | 18.9 | Pearson's r | 2 | 3.9 | 53.4 | 0.0 | 18.6 |
| A: 0.67 | 3 | 9.0 | 44.0 | 0.0 | 17.1 | A: 0.68 | 3 | 6.9 | 55.4 | 0.8 | 10.5 |
| B: 0.64 | 4 | 15.4 | 42.5 | 0.9 | 14.0 | B: 0.58 | 4 | 11.5 | 49.0 | 0.0 | 7.9 |
| C: -0.91 | 5 | 20.9 | 47.7 | 1.9 | 5.6 | C: -0.74 | 5 | 19.4 | 52.3 | 3.5 | 9.7 |
| D: -0.74 | 6 | 24.0 | 56.5 | 1.3 | 5.4 | D: -0.92 | 6 | 24.8 | 53.6 | 3.5 | 2.7 |
| | 7 | 24.8 | 71.9 | 2.8 | 4.2 | | 7 | 26.7 | 69.5 | 5.7 | 2.8 |
| | 8 | 25.5 | 66.2 | 2.7 | 1.8 | | 8 | 28.7 | 69.4 | 3.2 | 2.0 |
| | 9 | 22.6 | 63.7 | 0.6 | 1.9 | | 9 | 23.3 | 66.6 | 4.8 | 5.3 |
| | 10 | 17.2 | 53.9 | 2.8 | 2.1 | | 10 | 16.4 | 61.0 | 3.5 | 4.0 |
| | 11 | 9.1 | 55.8 | 2.3 | 10.8 | | 11 | 8.6 | 46.4 | 1.0 | 7.7 |
| | 12 | 2.5 | 47.8 | 0.0 | 16.7 | | 12 | 2.0 | 49.9 | 0.6 | 8.2 |
| 2010 | 1 | 0.0 | 47.5 | 3.0 | 17.2 | 2015 | 1 | -2.5 | 39.6 | 1.6 | 14.9 |
| Pearson's r | 2 | 3.9 | 53.4 | 0.0 | 18.6 | Pearson's r | 2 | 4.2 | 52.3 | 0.0 | 11.2 |
| A: 0.74 | 3 | 6.9 | 55.4 | 0.8 | 10.5 | A: 0.63 | 3 | 7.0 | 34.9 | 1.4 | 14.2 |
| B: 0.69 | 4 | 11.5 | 49.0 | 0.0 | 7.9 | B: 0.67 | 4 | 13.7 | 45.7 | 0.7 | 18.7 |
| C: -0.81 | 5 | 19.4 | 52.3 | 3.5 | 9.7 | C: -0.86 | 5 | 18.8 | 56.4 | 1.8 | 7.1 |
| D: -0.60 | 6 | 24.8 | 53.6 | 3.5 | 2.7 | D: -0.37 | 6 | 24.3 | 60.4 | 2.1 | 3.5 |
| | 7 | 26.7 | 69.5 | 5.7 | 2.8 | | 7 | 26.8 | 71.2 | 4.5 | 1.5 |
| | 8 | 28.7 | 69.4 | 3.2 | 2.0 | | 8 | 26.2 | 74.7 | 0.6 | 5.7 |
| | 9 | 23.3 | 66.6 | 4.8 | 5.3 | | 9 | 23.0 | 62.4 | 2.2 | 2.2 |
| | 10 | 16.4 | 61.0 | 3.5 | 4.0 | | 10 | 15.7 | 58.3 | 6.2 | 3.9 |
| | 11 | 8.6 | 46.4 | 1.0 | 7.7 | | 11 | 11.9 | 63.3 | 1.4 | 7.8 |
| | 12 | 2.0 | 49.9 | 0.6 | 8.2 | | 12 | 2.3 | 46.1 | 1.7 | 26.9 |
| 2011 | 1 | -2.5 | 39.6 | 1.6 | 14.9 | 2016 | 1 | 0.8 | 46.5 | 7.1 | 20.5 |
| Pearson's r | 2 | 4.2 | 52.3 | 0.0 | 11.2 | Pearson's r | 2 | 1.1 | 43.8 | 3.5 | 22.4 |
| A: 0.31 | 3 | 7.0 | 34.9 | 1.4 | 14.2 | A: 0.24 | 3 | 7.7 | 50.3 | 8.5 | 11.7 |
| B: 0.27 | 4 | 13.7 | 45.7 | 0.7 | 18.7 | B: 0.60 | 4 | 15.1 | 46.9 | 12.5 | 22.7 |
| C: -0.76 | 5 | 18.8 | 56.4 | 1.8 | 7.1 | C: -0.56 | 5 | 20.1 | 53.4 | 25.7 | 18.1 |
| D: -0.73 | 6 | 24.3 | 60.4 | 2.1 | 3.5 | D: -0.46 | 6 | 23.2 | 63.8 | 22.1 | 17.9 |
| | 7 | 26.8 | 71.2 | 4.5 | 1.5 | | 7 | 27.5 | 69.5 | 34.2 | 3.6 |
| | 8 | 26.2 | 74.7 | 0.6 | 5.7 | | 8 | 27.9 | 70.7 | 23.8 | 12.5 |
| | 9 | 23.0 | 62.4 | 2.2 | 2.2 | | 9 | 21.7 | 68.5 | 28.2 | 6.4 |
| | 10 | 15.7 | 58.3 | 6.2 | 3.9 | | 10 | 15.8 | 57.2 | 29.0 | 17.2 |
| | 11 | 11.9 | 63.3 | 1.4 | 7.8 | | 11 | 8.2 | 50.4 | 11.3 | 52.8 |
| | 12 | 2.3 | 46.1 | 1.7 | 26.9 | | 12 | -0.3 | 54.5 | 8.7 | 54.4 |
| 2012 | 1 | 0.8 | 46.5 | 7.1 | 20.5 | 2017 | 1 | -0.1 | 51.5 | 15.5 | 38.0 |
| Pearson's r | 2 | 1.1 | 43.8 | 3.5 | 22.4 | Pearson's r | 2 | 2.6 | 43.2 | 18.1 | 44.6 |
| A: 0.88 | 3 | 7.7 | 50.3 | 8.5 | 11.7 | A: 0.55 | 3 | 9.8 | 40.8 | 15.9 | 34.2 |
| B: 0.82 | 4 | 15.1 | 46.9 | 12.5 | 22.7 | B: 0.75 | 4 | 12.3 | 47.3 | 11.5 | 32.7 |
| C: -0.62 | 5 | 20.1 | 53.4 | 25.7 | 18.1 | C: -0.48 | 5 | 20.3 | 52.8 | 19.2 | 35.9 |
| D: -0.46 | 6 | 23.2 | 63.8 | 22.1 | 17.9 | D: -0.77 | 6 | 24.3 | 66.0 | 29.5 | 26.9 |
| | 7 | 27.5 | 69.5 | 34.2 | 3.6 | | 7 | 28.7 | 66.7 | 23.7 | 6.2 |
| | 8 | 27.9 | 70.7 | 23.8 | 12.5 | | 8 | 29.0 | 68.6 | 29.2 | 21.4 |
| | 9 | 21.7 | 68.5 | 28.2 | 6.4 | | 9 | 23.0 | 67.1 | 36.3 | 5.9 |
| | 10 | 15.8 | 57.2 | 29.0 | 17.2 | | 10 | 17.2 | 64.1 | 32.5 | 3.8 |
| | 11 | 8.2 | 50.4 | 11.3 | 52.8 | | 11 | 8.9 | 54.6 | 15.0 | 25.0 |
| | 12 | -0.3 | 54.5 | 8.7 | 54.4 | | 12 | 3.5 | 50.5 | 6.3 | 53.1 |