

## Molecular Epidemiological Analysis of Food Poisoning Caused by *Salmonella enterica* Serotype Enteritidis in Gyeongnam Province of Korea

Hye-Jeong Jang<sup>1,2</sup>, Yon-kyoung Ha<sup>2</sup>, Sun-Nyoung Yu<sup>1</sup>, So-young Kim<sup>2</sup>, Jiyeon-Um<sup>2</sup>, Gang-Ja Ha<sup>2</sup>, Dong-Seob Kim<sup>3</sup>, Sang-Yull Lee<sup>4\*</sup> and Soon-Cheol Ahn<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Microbiology & Immunology, Pusan National University School of Medicine, Yangsan 50612, Korea

<sup>2</sup>Division of Infectious Disease Research, Gyeongsangnam-do Provincial Government Health & Environment Institute, Jinju 52732, Korea

<sup>3</sup>Department of Food Science & Technology, College of National Resources & Life Science, Pusan National University, Miryang 50463, Korea

<sup>4</sup>Department of Biochemistry, Pusan National University School of Medicine, Yangsan 50612, Korea

Received November 20, 2022 / Revised December 15, 2022 / Accepted December 19, 2022

In this study, two cases of food poisoning caused by *Salmonella* that occurred in Gyeongsangnam-do in September 2021 are reported. One of the outbreaks occurred in a school and the other in a company. The molecular epidemiological characteristics of the isolated strains in the two outbreaks were analyzed. In the case of the school outbreak, 29 (4.9%) of 588 individuals experienced diarrhea and abdominal pain. As a result of a test of 36 individuals (patients,  $n=29$ ; cook workers,  $n=7$ ), *Salmonella enterica* serotype Enteritidis was detected in 17 (47.2%) patients, suggesting this serotype was the principal cause. Meanwhile, *Salmonella* spp. were not detected in 35 food and environmental samples. In the company outbreak, 87 (3.0%) of 2,900 individuals who had intaked from the same source experienced diarrhea, abdominal pain, and fever. In a test of 50 individuals (patients,  $n=40$ ; cook workers,  $n=10$ ), *S. Enteritidis* was detected in 28 patients (56.0%). Also, *Vibrio cholerae* (NAG) was detected in four patients with *S. Enteritidis*, and *V. cholerae* (NAG) only was detected in one patient. *Salmonella* spp. were not detected in 118 preserved foods, but *S. Enteritidis* was detected in one eaten food (toast) delivered in group by the company. Through PFGE genetic homology analysis of the isolated strains, all *S. Enteritidis* detected in patients and consumed foods were the same type. It seems that these *S. Enteritidis* isolates were the same type as detected in a previous school outbreak and in patients of group food poisoning in other regions, leading to an enhanced problem of food poisoning and epidemiology. Our analytic results can provide data for epidemiological management and food poisoning prevention based on molecular characteristics.

**Key words :** Food-borne pathogens, food poisoning, pulsed field gel electrophoresis, *Salmonella enterica* serotype Enteritidis

### 서 론

식중독은 동일한 역학 사례로 인해 2명 이상의 위장관염 관련 유증상자가 있을 경우에 발생 신고가 가능하고, 24시간 이내에 구토 또는 설사 증상을 3회 이상 보이는 경우에 환자 사례로 분류한다[10]. 일반음식점 관련 사례는 여름철 회, 냉면 등 다양한 종류의 음식점에서 발생하

고 있고 집단 급식소로는 학교, 회사, 유치원 등에서 빈번하게 발생하고 있다. 특히 집단 급식소에서는 일반음식점보다 발생 규모가 크기 때문에 사회적으로 더 큰 문제가 되고 있으나 최근 일반음식점에서도 대규모의 발생 사례가 많이 보고되고 있는 추세이다[15].

국내의 식중독 발생 양상은 2017~2021년 5년간 평균 259회 발생(평균 환자 수: 5,276명)으로[15] 매년 꾸준히 보고되고 있고 이는 지구 온난화로 인한 기온 상승, 외식과 집단 급식의 보편화 및 다양화, 지역 간의 활발한 교류 등 많은 사회 및 환경적인 요인을 원인으로 볼 수 있다[4, 5, 7, 11]. 5년간 국내 식중독 원인 병원체로는 원인 불명은 제외하고 Norovirus, pathogenic *Escherichia coli*, *Salmonella* 순으로 발생 건수를 기록하였다. 한편 환자 수의 평균으로는 *Salmonella* 관련이 가장 많아 *Salmonella*로 인한 식중독은 집단 발생에서 높은 비율을 차지하고 있음을 확인할 수 있었다[15]. *Salmonella*는 *S. enterica*와 *S. bongori*로 나

#### \*Corresponding authors

Tel : +82-51-510-8084, Fax : +82-55-510-8086

E-mail : sangyull@pusan.ac.kr (Sang-Yull Lee)

Tel : +82-51-510-8092, Fax : +82-55-382-8090

E-mail : ahnsc@pusan.ac.kr (Soon-Cheol Ahn)

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

뉘머 혈청형은 균체 항원(O-antigen)과 편모 항원(H-antigen)의 조합에 의해 결정되고 현재까지 약 2,500종의 혈청형이 전 세계적으로 보고되었다. 사람과 온혈 동물에서 주로 분리되는 *Salmonella*는 *S. enterica*이며 그중 식중독 주요 원인 병원체로 *S. enterica* serotype Enteritidis가 있다 [1, 14, 19]. 가금류, 육류, 계란은 가장 흔한 감염 매개체이며 신선한 계란 껍질에서 *Salmonella*가 자주 발견되고 또한, 감염된 닭의 난소 및 난관을 통해 껍질이 형성되기 이전에 계란 내부로 전파되어 오염될 수도 있다는 점에서도 특히 주의가 필요하다[3, 13, 21, 22].

집단 식중독 발생에는 오염된 식재료 및 조리기구의 교차 오염, 조리 환경의 위생 미흡 등 여러 요인들이 있어 각 사례마다 정밀한 역학조사를 바탕으로 원인 및 전파 경로를 분석하는 것이 중요하다[5, 6]. 이를 바탕으로 위해 요소 중점 관리 등 효율적 예방을 위한 대책이 마련될 수 있을 것이다. 본 연구는 2021년 경남에서 발생한 *Salmonella* 원인의 집단 식중독의 분자 역학적 특성을 분석하여 역학적 관리와 식중독 예방에 필요한 자료를 제공하고자 한다.

### 재료 및 방법

#### 대상 검체 및 전처리

2021년 9월에 발생한 2건의 대규모 집단식중독의 원인 규명을 위해 환자로 분류된 사례(24시간 이내 구토 또는 설사 3회 이상)에 대하여 식중독 세균 및 바이러스 검사를 실시하였다. 2건의 집단 식중독은 각각 학교와 회사의 집단 급식소에서 발생하였다. 발생 보고일과 급식을 섭취한 총 인원수 및 유증상자의 인원수는 Table 1과 같았다.

Case 1 사례는 학교 내 발생 건으로 환자 29명, 조리 종사자 7명을, Case 2 사례는 회사 내 발생 건이며 환자 40명, 조리 종사자 10명을 대상으로 검사하였다. 식품 및 환경 검체의 경우 Case 1 사례는 보존식 20건과 칼, 도마 등 조리기구 14건, 음용수 1건을 검사하였고 Case 2 사례

는 보존식 118건, 섭취 식품(식품접객업소 조리식품) 1건, 조리기구 5건, 음용수 1건을 검사하였다.

검체의 전처리 및 검사는 수인성 및 식품 매개 감염병 관리지침[10]과 감염병 실험실 진단 시험법[9] 및 식품공전 미생물 시험법[18]에 따라 실시하였다. 인체 검체는 1명당 2개의 직장도말 검체를 세균용, 바이러스용으로 사용하였다. 세균용 검체는 각 세균별 선택배지에 도말한 후 남은 것은 Tryptic soy broth (Oxoid, Basingstoke, England)에 넣고 35°C에 24시간 동안 증균 배양을 하였다. 바이러스용 검체는 멸균된 0.1 M phosphate buffered saline (PBS, Sigma, St Louis, MO, USA) 3 ml에 넣어 섞은 후 3,000 rpm에서 10분 동안 원심분리하여 상층액을 검사 시료로 사용하였다.

또한, 식품 검체(25 g)와 환경 검체(면봉도말)를 Tryptic soy broth (Oxoid)에 넣고 35°C에 24시간 증균 배양을 하였고, 음용수는 식품공전 미생물 시험법[18]의 막여과법에 의해 여과 장치와 0.45 µm공극의 멤브레인 필터(Whatman Ltd., Clifton, NJ, USA)를 사용하여 *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Yersinia enterocolitica* 3항목을 검사하였다.

#### 식중독 세균 검사 및 확인 동정

인체 검체는 수인성 및 식품 매개 감염병 관리지침[10]과 감염병 실험실 진단 시험법[9]에 따라 진행하였고 식품 및 환경 검체는 식중독 원인 조사 시험법[17, 18]에 따라 진행하였다. 세균 및 바이러스의 검사 항목은 Table 2와 같았다. 인체 및 식품 검체를 Tryptic soy broth (Oxoid)에 넣고 35°C에 24시간 증균 배양을 한 배양액을 de Medici 등[2]에 의한 boiling method로 DNA를 추출하여 검액으로 사용하였다. 식중독균 스크리닝 검사를 진행하기 위하여, PowerCheck™ 20 Pathogen Multiplex Real-time PCR Kit (Kogene Biotech, Seoul, Korea)를 사용하고 제조사의 방법에 따라 ABI 7500 Fast Real Time PCR (Thermo Fisher Scientific, Waltham, MA, USA)를 이용하여 각 세균에 특이적인 유전자를 증폭하였다. 검사 결과, Ct값 35 이하에서

Table 1. Exposed people and patients with clinical symptoms in food poisoning outbreaks

Outbreak cases	No. of exposed people	No. of patients (attack rate)	Date of onset reporting	Place
Case 1	588	29 (4.9%)	2021. 9. 6.	School
Case 2	2,900	87 (3.0%)	2021. 9. 28.	Company

Table 2. Bacteria and virus pathogens for analysis of food poisoning in this study

	Pathogens
Bacteria	<i>Bacillus cereus</i> , <i>Clostridium perfringens</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Salmonella</i> spp., <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Campylobacter jejuni/coli</i> , <i>Vibrio parahaemolyticus/vulnificus/cholerae</i> , <i>Yersinia enterocolitica</i> , pathogenic <i>Escherichia coli</i> [Enteropathogenic <i>E. coli</i> (EPEC), Enterohaemorrhagic <i>E. coli</i> (EHEC), Enterotoxigenic <i>E. coli</i> (ETEC), Enteroaggregative <i>E. coli</i> (EAEC), Enteroinvasive <i>E. coli</i> (EIEC)], <i>Shigella</i> spp.
Viruses	Norovirus, Rotavirus, Astrovirus, Sapovirus, Enteric Adenovirus

증폭이 나타났을 경우, 각각의 선택배지에 분리 배양한 후, 확인 동정을 수행하였다. 확인 동정에는 VITEK 2 (Automated Identification System, Biomerieux, Marcy L'Etoile, France)를 사용하였다. *Salmonella* 균주의 분리 동정 후, 혈청형 확인은 질병관리청 진단 검사법 표준절차서[11]에 따라 수행하였다.

**세균의 유전적 상동성 확인**

분리된 *Salmonella* 균주의 유전적 상동성 확인을 위해 pulsed field gel electrophoresis (PFGE)를 질병관리청 세균 분석과에 의뢰하여 국가 표준 실험실망인 PulseNet 방법 [8]으로 *Xba* I, *Bln* I 제한효소(Roche, Indianapolis, IN, USA)를 처리하여 수행하였다. 확인된 사진은 Bionumerics 프로그램(Bio-Rad, Hercules, CA, USA)을 이용하여 1.5% tolerance, 1.5% optimization dice coefficient로 유사도를 계산하였으며, UPGMA법으로 유전적 유연관계가 분석되었다.

**식중독 바이러스 검사**

0.1 M PBS (Sigma)에 전처리된 상층액을 검액으로, Magpurix 핵산추출장비 및 Kit (New Taipei City, Taiwan)를 사용하여 제조사의 방법에 따라 핵산을 추출하였다. 추출된 핵산은 PowerChek™ Norovirus GI/GII Multiplex Real-time PCR Kit, PowerChek™ Adeno/Astro/Rotavirus Multiplex Real-time PCR Kit, PowerChek™ Sapovirus/Astrovirus Multiplex Real-time PCR Kit (Kogene Biotech)로 제조사의 방법에 따라 ABI 7500 Fast Real Time PCR (Thermo Fisher Scientific)를 이용하여 진단하였다. 검사 결과, Ct값이 36 이하일 때 양성으로 판정하였다.

**결 과**

**학교 급식 관련 집단 식중독 검사**

2021년 9월 초, 경상남도 소재 학교에서 24시간 이내에 설사 증상을 3회 이상을 보이는 사례가 집단으로 발생하

였다. 공통적으로 음식 및 물을 섭취한 사람의 수는 588명으로 파악되었고 그중 유증상자는 29명(4.9%)이었다 (Table 1). 유증상자는 학생 27명, 교직원 2명이었고 복통 및 설사가 주요 증상이었다.

원인 규명을 위하여 환자 29명과 조리 종사자 7명, 총 36명에 대해 세균 및 바이러스 검사를 실시한 결과, 바이러스 5종(Norovirus, Rotavirus, Astrovirus, Sapovirus, Enteric Adenovirus)은 모두 검출되지 않았다. 세균 검사에서는 *Salmonella enterica* serotype Enteritidis가 환자 17명에서 검출되었고 그중 1명에서 Enteropathogenic *Escherichia coli* (EPEC)와 Enteroaggregative *E. coli* (EAEC)가 *S. Enteritidis*와 중복 검출되었다. 한편, 환자 2명에서는 *S. Enteritidis*는 검출되지 않았고 Enteropathogenic *Escherichia coli* (EPEC)만 검출되었다. 조리 종사자 7명에서는 모든 세균이 검출되지 않았다(Table 3).

식품 및 환경 검체로는 보존식 20건과 칼, 도마 등 조리기구 14건, 음용수 1건을 검사를 하였고 그 결과는 Table 4와 같았다. 조리기구에서는 세균이 모두 검출되지 않았고, 보존식에서도 *S. Enteritidis*가 검출되지는 않았다. 한편 2건의 검체(쌀밥, 닭다리살 양념구이)에서는 *Bacillus cereus*가 검출되었다. 정량 검사 결과, 10 CFU/g 미만으로 검출되어 식품공전[16]에서의 조리식품의 *B. cereus* 기준 규격(10,000 CFU/g)을 초과하지 않아 식중독 원인으로는 볼 수 없었다. *B. cereus*는 저위해성 식중독균으로, 균수가 10<sup>5-7</sup> 일 때 식중독이 발생하는 것으로 보고되고 있다[15]. 음용수에서는 세균 3종(*E. coli*, *Salmonella*, *Yersinia enterocolitica*)이 모두 음성으로 판정되었다.

**회사 급식 관련 집단 식중독 검사**

2021년 9월 말, 경상남도 소재 회사 급식소에서 2,900명이 공통적으로 음식 및 물을 섭취한 후, 87명(3.0%)이 설사, 복통, 발열 증상을 보이는 사례가 발생하였다(Table 1).

원인 규명을 위하여 환자 40명과 조리 종사자 10명, 총 50명에 대해 세균 및 바이러스 검사를 실시한 결과, 바이

Table 3. Distribution of food-borne pathogens in human samples

Outbreak cases	Sample type	No. of samples	No. of isolates (%)			
			<i>S. Enteritidis</i> <sup>1</sup>	EPEC <sup>2</sup>	EAEC <sup>3</sup>	<i>V. cholerae</i> <sup>4</sup>
Case 1	Patients	29	17 (58.6)	3 (10.3)	1 (3.5)	0
	Cooking workers	7	0	0	0	0
	Total	36	17 (47.2)	3 (8.3)	1 (2.7)	0
Case 2	Patients	40	28 (70.0)	0	0	5 (12.5)
	Cooking workers	10	0	0	0	0
	Total	50	28 (56.0)	0	0	5 (10.0)

<sup>1</sup>*Salmonella* Enteritidis. <sup>2</sup>Enteropathogenic *Escherichia coli*. <sup>3</sup>Enteroaggregative *Escherichia coli*.

<sup>4</sup>Non-agglutinativ *Vibrio cholerae* (NAG)

Table 4. Distribution of food-borne pathogens in environment samples

Outbreak cases	Sample type	No. of samples	No. of isolates (%)	
			<i>S. Enteritidis</i> <sup>1</sup>	<i>B. cereus</i> <sup>2</sup>
Case 1	Preserved food <sup>3</sup>	20	0	2 (10.0)
	Eaten food <sup>4</sup>	0	0	0
	Kitchen tools	14	0	0
	Drinking water	1	0	0
	Total	35	0	2 (5.7)
Case 2	Preserved food <sup>3</sup>	118	0	12 (10.2)
	Eaten food <sup>4</sup>	1	1 (100.0)	1 <sup>5</sup> (100.0)
	Kitchen tools	5	0	0
	Drinking water	1	0	0
	Total	125	1 (0.8)	13 (10.4)

<sup>1</sup>*Salmonella* Enteritidis. <sup>2</sup>*Bacillus cereus*. <sup>3</sup>Provided by food service company. <sup>4</sup>Provided by general restaurant.

<sup>5</sup>*B. cereus* was detected in 60 CFU/g from an eaten food sample. All other *B. cereus* detected were quantitatively less than 10 CFU/g.

러스 5종(Norovirus, Rotavirus, Astrovirus, Sapovirus, Enteric Adenovirus)은 모두 검출되지 않았다. 그러나, 세균 검사 결과에서는 환자 28명에서 *S. Enteritidis*가 검출되었고 그 중 4명에서 *Vibrio cholerae* (NAG)가 *S. Enteritidis*와 중복 검출되었다. 한편, 환자 1명에서는 *S. Enteritidis* 불검출, *V. cholerae* (NAG)만 검출되었다. 조리 종사자 10명을 검사한 결과, 모든 세균이 검출되지 않았다(Table 3).

식품 및 환경 검체로는 보존식 118건, 섭취 식품(식품접객업소 조리식품) 1건, 조리기구 5건, 음용수 1건을 검사하였고 그 결과는 Table 4와 같았다. 조리기구에서는 세균이 모두 검출되지 않았다. 보존식에서는 *S. Enteritidis*는 검출되지 않았으나 우동, 어묵 등에서 *B. cereus*가 12건 검출되었다. 정량 검사 결과, 10 CFU/g 미만으로 검출되어, 식중독 원인으로는 볼 수 없었다. 하지만 회사에서 단체로 주문해서 섭취한 토스트에서 *S. Enteritidis*가 검출되었다. 토스트에서는 *B. cereus*도 중복 검출되었는데 정량 검사 결과, 60 CFU/g로 식품공전[16]에서의 조리식품의 *B. cereus* 기준 규격(10,000 CFU/g)은 초과하지 않았다. 음용수에서는 세균 3종(*E. coli*, *Salmonella*, *Y. enterocolitica*)이 모두 음성으로 판정되었다.

#### *Salmonella* Enteritidis의 유전학적 상동성 분석

2개의 집단 식중독 사례(학교, 회사의 단체 급식)의 환자 검체에서 분리한 *S. Enteritidis* 각각 17주, 28주와 토스트에서 분리한 *S. Enteritidis* 1주의 PFGE 유전학적 상동성 분석을 실시한 결과는 Fig. 1과 같았다. 분석한 총 46주의 *S. Enteritidis*는 *Xba* I 처리에서 SEGX01.049로 판정되었으며 모두 동일한 유형으로 확인되었다. PulseNetKorea DB에서 SEGX01.049 유형은 타 지역 집단 발생 식중독 사례의 분리주에서 확인되었던 유형과 동일함을 알 수

있었다. 또한 *Bln* I 처리에서도 SEGA26.016로 판정되었으며 모든 분리주가 동일한 유형을 나타내었다(Fig. 2).

## 고 찰

본 연구에서는 2021년 9월 중 경상남도 내에서 발생한 *Salmonella* 원인의 식중독에 대한 사례 보고 및 분리된 *Salmonella*의 분자역학적 특성을 분석하였다. 보건소에서 작성되는 역학조사 보고서와는 결과 분석에 있어서 차이가 있을 수 있었다.

2건의 식중독 모두 주원인으로 보이는 *Salmonella enterica* serotype Enteritidis 외에 다른 식중독균이 중복 검출되었다. 학교 급식 사례에서 Enteropathogenic *Escherichia coli* (EPEC), Enteroaggregative *E. coli* (EAEC)의 환자 중 검출률이 13.8%이었으나 EPEC와 EAEC는 상재균으로 증상이 없는 사람에게도 흔히 분포한다고 알려져 있고[9, 10] 환자 중 *S. Enteritidis*의 검출률이 58.6%을 보여 원인균으로는 *S. Enteritidis*로 추정할 수 있었다.

회사 급식 사례에서는 *Vibrio cholerae* (NAG)의 환자 중 검출률은 12.5%로 나타났다. *V. cholerae* (NAG)은 O항원에 대한 항혈청으로는 응집하지 않고 콜레라균과 유사한 면이 있어 비슷한 설사를 일으키지만, 콜레라와는 달리 독소를 내지 않고 2차 감염을 일으키거나 유행을 일으키는 않는다고 알려져 있다[9, 10]. 따라서 균주 특성상 *Salmonella*와 복합적으로 작용했을 가능성을 완전히 배제할 수는 없지만, *S. Enteritidis*의 환자 중 검출률이 70.0%로 원인균으로는 *S. Enteritidis*로 추정할 수 있었다.

학교 급식 사례의 보존식 중에서 감염원으로 추정할 수 있는 육류인 쇠고기 따로국밥, 닭다리살 양념구이, 생채소류로는 애호박채나물이 있었으나 *Salmonella*는 검출되지

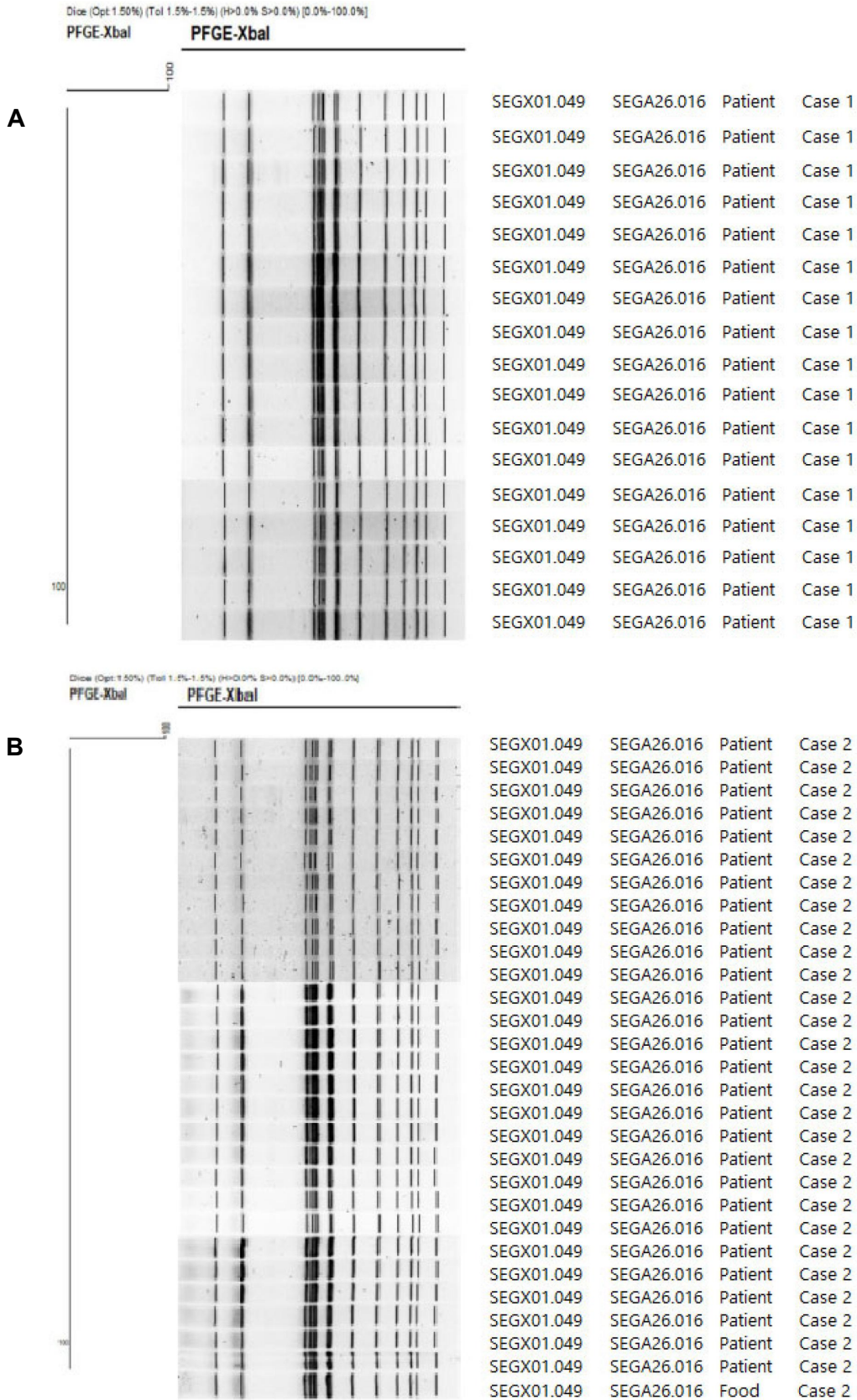


Fig. 1. Dendrogram of *Xba* I -digested PFGE patterns from 46 isolates of *Salmonella* Enteritidis. (A) Case of food poisoning in school. (B) Case of food poisoning in company.



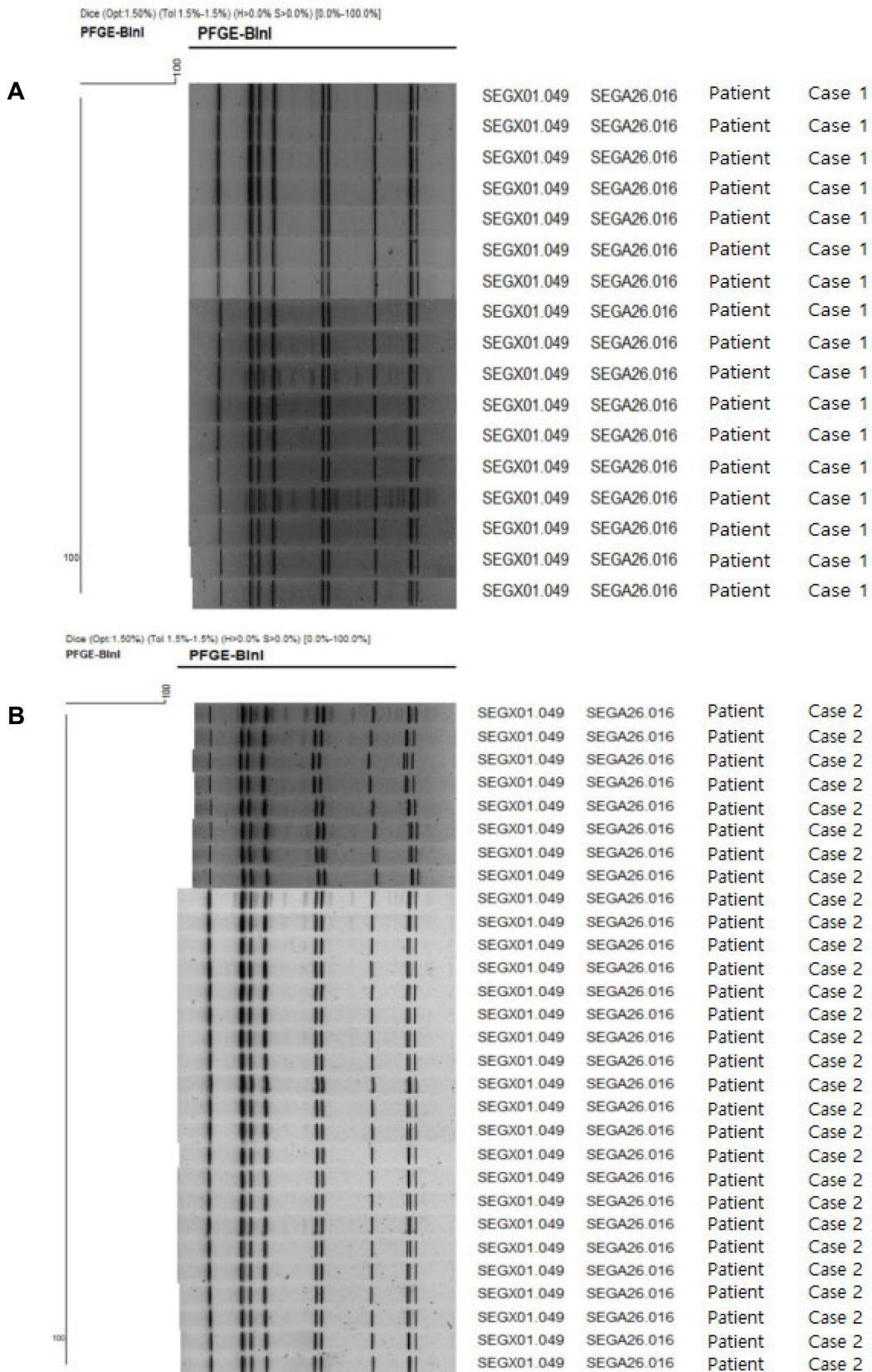


Fig. 2. Dendrogram of *Bln I* -digested PFGE patterns from 46 isolates of *Salmonella* Enteritidis. (A) Case of food poisoning in school. (B) Case of food poisoning in company.

않았다. 이는 보존식의 보관이 조리 직후 가장 깨끗한 상태에서 이루어졌을 것이라는 점과 조리 및 배식과정에서의 조리 기구 사용 시에 교차 오염의 가능성, 배식 중에 실온에 방치됨으로써 실제 사람들이 음식을 섭취할 당시에 증식된 *Salmonella*의 군수가 많았을 가능성 등 여러 가지 면에서 보존식에서의 불검출 원인을 추정해 볼 수 있었다.

회사 급식 사례에서도 보존식에서 *Salmonella*가 검출되지 않았지만, 단체로 배달 주문해서 섭취한 토스트에서 *S. Enteritidis*가 검출되었다. 검출된 *S. Enteritidis*는 PFGE 결과에서도 유전적 상동성이 100% 일치하여 원인 식품으로 추정이 가능하였다. 또한 이러한 *S. Enteritidis*는 앞서 발생한 경남 내 학교 급식 관련 식중독 환자 및 타 지역의 집단 식중독 환자에서 분리한 균주와 모두 동일한 유형으로 확인되어 문제성이 더욱 제고되고 있다.

*Salmonella*로 인한 식중독의 잠복기는 6~72시간으로 알려져 있고 복통, 설사, 오심, 구토 등의 증상과 고열을 주로 일으키며 보통의 경우 자연적으로 호전되는 경우도 있지만, 균이 혈관에 침투해 패혈증 쇼크를 일으키는 등 치명적인 경우도 있어 경각심을 가져야 할 것으로 보인다 [9, 10, 20]. 육류, 가금류, 계란 등이 *Salmonella*의 가장 흔한 감염 매개체로 알려져 계란 지단이 포함된 김밥, 냉면 등은 위험성이 있을 것으로 추정되고 여름철에 특히 발생 보고가 많은데 [15] 이번 사례에서 토스트가 원인으로 규명되었다. 계란 이외에도 모든 식재료 관리는 여름철 *Salmonella* 식중독 예방에 있어서 전 세계적으로 여전히 과제로 남아있다.

조 등 [5]에서의 델파이 설문 결과, 국내 집단급식 식중독 원인으로 식재료 위생관리 미흡과 종사자 개인위생(손 세척)이 가장 큰 영향을 주는 것으로 예측되었다. 식당 및 급식소에서 교차 오염에 대비한 철저한 위생관리, 계란 유통 시스템의 점검 관리 등 근본적인 위생이 가장 중요할 것으로 보인다. 특히, 유전적으로 같은 유형의 *Salmonella*로 인한 식중독이 전국에서 연속적으로 발생하고 있는 상황을 감안하여 계란 유통 시스템이 좀 더 투명하게 실시간으로 공유되고 추적관리 될 수 있다면 집단 식중독 발생 시 확산의 조기 차단과 역학 조사에 기여할 수 있는 방법으로 사료된다. 이처럼 식재료와 조리 종사자 위생 관리의 체계화 및 효율화를 할 수 있는 방법이 모색되어야 한다. 따라서 본 연구의 결과가 머신러닝 기반 식중독 발생 예측 모형 및 식품위생체계의 효율화, 역학 조사를 위한 자료로 활용될 것으로 기대되었다.

### 감사의 글

이 논문은 부산대학교 기본연구지원사업(2년)에 의하여 연구되었음.

### The Conflict of Interest Statement

The authors declare that they have no conflicts of interest with the contents of this article.

### References

1. Agasan, A., Kornblum, J., Williams, G., Pratt, C. C., Fleckenstein, P., Wong, M. and Ramon, A. 2002. Profile of *Salmonella enterica* subsp. *enterica* (subspecies I) serotype 4,5,12:i:- strains causing food-borne infections in New York City. *J. Clin. Microbiol.* **40**, 1924-1929.
2. De Medici, D., Croci, L., Delibato, E., Di pasquale, S., Filetici, E. and Toti, L. 2003. Evaluation of DNA extraction methods for use in combination with SYBR green I real-time PCR to detect *Salmonella enterica* serotype Enteritidis in poultry. *J. Appl. Environ. Microbiol. Rev.* **69**, 3456-3461.
3. Gantois, I., Ducatelle, R., Pasmans, F., Haesebrouck, F., Gast, R., Humphrey, T. J. and Van Immerseel, F. 2009. Mechanisms of egg contamination by *Salmonella* Enteritidis. *FEMS. Microbiol. Rev.* **33**, 718-738.
4. Hall, G. V., D'Souza, R. M. and Kirk, M. D. 2002. Foodborne disease in the new millennium: out of the frying pan and into the fire? *Med. J. Aust.* **177**, 614-618.
5. Jo, S. H., Kim, C. I. and Ha, S. D. 2009. Outbreak pattern forecasting of food-borne disease in group food services in Korea. *J. Food Hyg. Saf.* **24**, 19-26.
6. Kim, J. G. 1997. Analysis of problems of food service establishments contributing to food poisoning outbreaks discovered through the epidemiological studies of some outbreaks. *J. Food Hyg. Saf.* **12**, 240-253.
7. Kim, J. G. 2020. Influence of climate factors on the occurrence of pathogenic *Escherichia coli* food poisoning in Korea. *JEHS.* **46**, 353-358.
8. Korea Center for Disease Control. 2008. PFGE standard protocol.
9. Korea Center for Disease Control. 2019. Guidelines for laboratory diagnosis of statutory communicable diseases.
10. Korea Center for Disease Control. 2021. Epidemiological investigation guideline for water & food-borne diseases.
11. Kwun, J. W. and Lee, C. H. 2007. Trends of recent food-borne disease outbreaks in Korea. *Kor. J. Med. Assoc.* **50**, 573-581.
12. Lee, D. Y. 2009. Serotyping of *Salmonella* spp. Standard operating procedure: KCDC-Sal-SE SOP, 3<sup>rd</sup> Ed..
13. Lee, S. J. 2019. Efficient poultry management - *Salmonella* control and poultry industry. *Kor. Poult. J.* **51**. 164-167.
14. McQuiston, J. R., Fields, P. I., Tauxe, R. V. and Logsdon Jr, J. M. 2008. Do *Salmonella* carry spare tyres? *J. Trends Microbiol.* **16**, 142-148.
15. Ministry of Food and Drug Safety, Korea. October, 2022. Food safety Korea, Food poisoning statistics.
16. Ministry of Food and Drug Safety, Korea. 2019. Microbial

- risk assessment guidelines.
17. Ministry of Food and Drug Safety, Korea. 2021. Food code.
  18. Ministry of Food and Drug Safety, Korea. 2021. Test method to investigate the cause of food poisoning.
  19. Grimont, P. A. and Weill, F. X. 2007. Antigenic formulae of the *Salmonella* serovars. WHO collaborating centre for reference and research on Salmonella, 9<sup>th</sup> Ed..
  20. Shibusawa, N., Arai, T., Hashimoto, K., Hashimoto, Y., Yahagi, K., Matsumoto, J. I. and Kondoh, T. 1997. Fatality due to severe *Salmonella* Enteritidis associated with acute renal failure and septicemia. *Intern. Med.* **36**, 750-753.
  21. Yang, S. Y., Hong, Y. H., Lee, H. J. and Song, C. S. 2010. Hygienic management for *Salmonella*-free chicken meat production. *Kor. J. Poult. Sci.* **37**, 289-295.
  22. Yun, B. S. 2007. Prevention of *Salmonella* infection in egg production. *Kor. Poult. J.* **39**, 122-123.

### 초록 : 2021년 경남지역 *Salmonella enterica* serotype Enteritidis 원인 식중독의 분자역학적 특성 분석

장혜정<sup>1,2</sup> · 하연경<sup>2</sup> · 유선영<sup>1</sup> · 김소영<sup>2</sup> · 엄지연<sup>2</sup> · 하강자<sup>2</sup> · 김동섭<sup>3</sup> · 이상률<sup>4\*</sup> · 안순철<sup>1\*</sup>

(<sup>1</sup>부산대학교 의과대학 미생물학 및 면역학 교실, <sup>2</sup>경상남도 보건환경연구원, <sup>3</sup>부산대학교 생명자원과학대학 식품공학과, <sup>4</sup>부산대학교 의과대학 생화학 교실)

2021년 국내에서 가장 많은 수의 식중독 환자가 *Salmonella*로 인해 발생하였고, 전 세계적으로도 꾸준한 발생이 보고되고 있다. 본 연구에서는 2021년 9월 중 경상남도에서 발생한 2건의 *Salmonella* 원인의 식중독에 대한 사례 보고 및 분리된 *Salmonella* 균주의 분자역학적 특성을 분석하였다. 학교 급식 사례는 동일 섭취원 588명 중 29명(4.9%)이 설사 및 복통 증상을 보였고 36명(환자 29, 조리 종사자 7)에 대한 검사 결과, *Salmonella* Enteritidis가 환자 17명(47.2%)에서 검출되어 주원인으로 판단되었다. 식품 및 환경 검체 35건에서는 *S. Enteritidis*가 검출되지 않았다. 다음으로, 회사 내 발생 사례는 동일 섭취원 2,900명 중 87명(3.0%)이 설사, 복통, 발열 증상을 보여 50명(환자 40, 조리 종사자 10)을 검사를 했고, 그 결과 환자 28명(56.0%)에서 *S. Enteritidis*가 검출되었다. 그중 4명은 *Vibrio cholerae* (NAG)와 *S. Enteritidis*가 중복 검출되었고 1명은 *V. cholerae* (NAG)만 검출되었다. 이는 *S. Enteritidis*와 복합적으로 작용했을 가능성을 배제할 수는 없지만 주원인으로는 *S. Enteritidis*로 판단되었다. 식품 및 환경 검체 125건 중 보존식에서는 *S. Enteritidis*가 불검출이었으나, 회사에서 단체로 배달 주문하여 섭취한 토스트에서 *S. Enteritidis*가 검출되었다. PFGE 유전형적 상동성을 분석한 결과, 환자와 식품에서 분리된 *S. Enteritidis* 균주가 동일한 유형으로 확인되었다. 이는 앞서 발생한 경남지역 학교 사례와 타 지역 사례의 환자 분리 균주와도 동일한 유형으로 확인되어 문제성이 더욱 제고되고 있다. 이와 같이 *S. Enteritidis* 원인 식중독의 분자역학적 특성 분석을 통해 역학적 관리 및 식중독 예방에 필요한 자료를 제공하고자 한다.