

동남아시아 국제 협력사업으로 라오스에서 분리된 살모넬라균의 특성분석 현황, 2017~2019년

질병관리청 감염병진단분석국 세균분석과 정현주, 신은경, 박정선, 김준영, 전정훈, 황규잠*

*교신저자 : kyuhwang61@korea.kr, 043-719-8110

초 록

해외여행 및 국제무역이 활발해지면서 최근 해외유입 장티푸스 발병률이 지속적으로 증가하는 상황이다. 이에 우리나라에서는 해외 유행 병원체의 국내유입 및 확산 방지에 필요한 정보를 확보하고자 동남아시아 주요 여행국 중 하나인 라오스와 수인성·식품매개질환 국제 협력사업을 통해 확보된 살모넬라균을 대상으로 병원체의 유행양상 및 특성분석 정보를 제공하고자한다.

2017년부터 2019년까지 라오스에서 수집한 살모넬라균은 342주였고 성별비율은 남성이 52.9%, 여성이 47.1%로 비슷한 분포를 보였다. 연령대는 0~5세(45.3%)의 연령대에서 많았으며 집단발생(3.2%) 보다는 개별발생(96.8%)이 대부분을 차지하는 것으로 보였다. 총 33개 혈청형으로 구분되었고 주요 혈청형은 S. 14,[5],12:i:- 18.0%, S. Rissen 12.1%, S. Stanley 12.1%, S. Typhimurium 8.9% 순으로 확인되었다. 수집된 살모넬라균의 ampicillin이나 tetracycline에 대한 내성률은 국내 살모넬라균보다 5% 정도 높은 수준에서 확인되었지만 cefotaxime이나 ciprofloxacin에 내성인 균주는 드물었다. 라오스에서 분리된 살모넬라균의 상당수가 산발발생으로 보고되었지만 병원체간 유전학적 연관성이 매우 높은 것으로 확인되었으며 동일 감염원에 의한 유행의 가능성도 추정되었다.

지난 3년 동안 라오스에서 분리된 살모넬라균의 특성에 대한 분석을 통하여 주요 항생제의 내성률이나 주요 병원체간 유전학적 연관성을 확인한 결과는 살모넬라균 이외에 수인성식품매개 질환 원인 병원체에서도 이 국가만의 다양한 특성이 존재할 가능성을 제시하였다. 특히, 라오스에서 유행하는 살모넬라균이 국내로 유입된 적이 있는 것으로 파악되어 국내 확산의 가능성도 우려되는 바 이에 대한 지속적인 병원체 감시 및 관리가 요구된다.

주요 검색어 : 살모넬라균, 동남아시아 수인성 식품매개질환 국제협력사업, 라오스, 혈청형, 항생제내성률, PFGE

들어가는 말

해외유입 감염병은 항공여행이 일반화되고 국제 무역이 활발해지면서 전 세계의 어느 국가든 빠른 속도로 유입될 수 있기 때문에 관심이 집중되고 있다. 이에 미국, 영국 등 전 세계 많은 나라에서는 여행이나 다양한 경로로 감염병이 유입될 경우에 자국민의 피해를 차단하거나 최소화하기 위한 다양한 전략을 수립하는 등 많은 노력을 지속하고 있는 상황이다. 이러한 감염병은 여행 국가에 따라 다양하게 분포되는데 세균성 설사질환은 살모넬라, 병원성대장균 등이 있으며 침습성 병원체로는 세균성이질균이 전체 10~20%로 높은 빈도를 차지하고 있다.

우리나라의 해외유입 감염병 발생은 국내 여행자가 가장 많이 방문하는 동남아 지역이나 인도 등 기온이 높고 위생수준이 열악한 지역과 개발도상국을 통해서 자주 보고되고 있다. 특히, 주의해야할 해외유입 세균성 감염병은 음식이나 물에 의해 감염되는 세균성 설사질환, 장티푸스, 콜레라 등이 대표적이다.

2019년도 국내 수인성·식품매개 감염병 병원체 감시사업 보고에 따르면, 해외에서 유입된 병원체는 병원성대장균이 75.8%로 가장 많이 검출되었고 캄필로박터균 5.4%, 살모넬라균 4.9%, 세균성이질균 3.1% 순으로 검출되었으며 주로 필리핀, 인도, 베트남, 태국, 라오스 및 중국 등 아시아 지역을 여행하고 귀국한 여행객 등에서 분리되고 있다.

최근 해외유입 살모넬라균에 의한 설사질환이 지속적으로 증가됨에 따라 우리나라에서는 주요 해외 여행국인 라오스를 대상으로 국제 협력사업을 통해 수인성·식품매개질환 거점 국가를 구축하고 감염실태 및 주요 병원체 특성을 분석하였다. 이에 2017년부터 2019년까지 동남아시아 라오스에서 분리된 살모넬라균의 혈청형을 확인하고 병원체의 유행양상 및 특성을 분석한 결과를 제공하여 해외 유입 병원체의 국내유입 및 조기 확산 방지에 필요한 정보를 제공하고자 한다.

몸 말

2017년부터 2019년까지 지난 3년간 수인성·식품매개질환 국제 협력사업을 통해 라오스로부터 수집된 병원체는 총 400건이었고, 이 중 342건이 살모넬라균(*Salmonella* spp.)이었다. 확보된 살모넬라균은 선택배지(MacConkey, S-S agar, KIA, SIM)와 상용키트(API 20E kit®, VITEK, Biomerieux, USA)를 이용한 생화학분석 그리고 혈청학적 분석을 통해 최종 혈청형을 확인하였다[1,2]. 확인된 살모넬라균은 그람 음성세균에 주로 사용되는 항생제 16종[Ampicillin(AMP), Amoxicillin/Clavulanic acid(AMC), Ceftriaxone(CRO), Cefotaxime(CTX), Cefoxitin(FOX), Imipenem(IPM), Chloramphenicol(CHL), Amikacin(AMK),

Gentamicin(GEN), Streptomycin(STR), Ciprofloxacin(CIP), Nalidixic acid(NAL), Tetracycline(TCY), Azithromycin(AZM), Trimethoprim/Sulfamethoxazole(SXT)]의 검사가 가능한 항생제 패널(Sensititre, TREK Diagnostic System, USA)을 사용하여 검사하였고, CLSI(Clinical and Laboratory Standard Institute) 기준에 따라 감수성 여부를 결정하였다[3]. 또한 각 병원체의 유전학적 연관성을 확인하기 위하여 유전자지문법인 Pulsed field gel electrophoresis(PFGE) 시험을 실시하였다[4].

라오스에서 확보된 살모넬라균주는 2017년 89건, 2018년 192건, 2019년 61건이었으며 성별비율은 남성이 53.5%, 여성이 46.5%로 비슷한 분포를 보였고, 연령대는 0~5세(45.3%)의 연령대에서 많았으며 집단발생 3.2%보다는 개별발생 건이 96.8%로 대부분을 차지하는 것으로 보였다(표 1).

살모넬라균은 균체항원(O-antigen)과 두 종류의 편모항원(H-antigen)의 조합에 의해 2,579종의 혈청형으로 분류되며[5], 각 혈청형에 따라 숙주 특이성, 항생제 내성 등 다양한 특성을 보이기도 한다. 우리나라에서는 매년 60여종의 혈청형이 분리되고 있으며, 1986년부터 현재까지 국내에서 확인된 혈청형은 총 285종으로 매년 5~15종의 신규혈청형이 확인되고 있다[6]. 2017년부터 2019년까지 국내에서 분리되는 살모넬라 혈청형은 총 127개 혈청형으로 분류되었고 *S.* I 4,[5],12:i-01 15.3%로 가장 많이 확인되었고 *S.* Thompson 11.2%, *S.* Typhimurium 10.5%, *S.* Enteritidis 8.6%

표 1. 국제 협력사업을 통해 라오스에서 분리된 살모넬라균의 연도별 임상 역학적 특성, 2017~2019

구분		연도별 분리현황 (%)		
		2017	2018	2019
성별	남자	47 (52.8)	105 (54.7)	31 (50.8)
	여자	42 (47.2)	87 (45.3)	30 (49.2)
연령별	0~5	54 (60.7)	75 (39.1)	26 (42.6)
	6~15	4 (4.5)	17 (8.7)	2 (3.3)
	16~35	15 (16.9)	38 (19.9)	12 (19.7)
	≥36	16 (17.9)	62 (32.3)	21 (34.4)
발생유형	집단 발생	4 (4.5)	6 (3.1)	1 (1.7)
	개별 발생	85 (95.5)	186 (96.8)	60 (98.3)
계		89	192	61

표 2. 국제 협력사업을 통해 분리된 살모넬라균의 혈청형 분석, 2017~2019

혈청형	2017	2018	2019	합계	분리율(%)
<i>Salmonella</i> Agona	1	1	3	5	1.3
<i>Salmonella</i> Albany	2			2	0.5
<i>Salmonella</i> Anatum	2	4		6	1.6
<i>Salmonella</i> Bareilly	1			1	0.3
<i>Salmonella</i> Bovismorbificans		7		7	1.9
<i>Salmonella</i> Brunei	4			4	1.1
<i>Salmonella</i> Cannstatt		4		4	1.1
<i>Salmonella</i> Cerro		2		2	0.5
<i>Salmonella</i> Corvallis		2	1	3	0.8
<i>Salmonella</i> Derby		3	1	4	1.1
<i>Salmonella</i> Enteritidis	4	16	1	21	5.6
<i>Salmonella</i> Give	1	3	1	5	1.3
<i>Salmonella</i> I4,[5],12:i:-	16	41	10	67	18.0
<i>Salmonella</i> Farmsen		1		1	0.3
<i>Salmonella</i> Hivittingfoss	1	4		5	1.3
<i>Salmonella</i> Indiana	2			2	0.5
<i>Salmonella</i> Jedburgh	1			1	0.3
<i>Salmonella</i> Kentucky	2		2	4	1.1
<i>Salmonella</i> Krefeld		3		3	0.8
<i>Salmonella</i> Litchfield		3	2	5	1.3
<i>Salmonella</i> Livingstone			1	1	0.3
<i>Salmonella</i> London	1	3	1	5	1.3
<i>Salmonella</i> Meleagridis	1	3	5	9	2.4
<i>Salmonella</i> Newport	1	1		2	0.5
<i>Salmonella</i> Oslo		1		1	0.3
<i>Salmonella</i> Potsdam		1		1	0.3
<i>Salmonella</i> Rissen	18	20	7	45	12.1
<i>Salmonella</i> Saintpaul	1			1	0.3
<i>Salmonella</i> Schleissheim			1	1	0.3
<i>Salmonella</i> Stanley	13	22	10	45	12.1
<i>Salmonella</i> Tananarive	1	1	1	3	0.8
<i>Salmonella</i> Thompson		1		1	0.3
<i>Salmonella</i> ParatyphiB		5		5	1.3
<i>Salmonella</i> Typhi	3			3	0.8
<i>Salmonella</i> Typhimurium	4	23	6	33	8.9
<i>Salmonella</i> Uganda		1		1	0.3
<i>Salmonella</i> Wandsworth		4		4	1.1
<i>Salmonella</i> Virchow	1			1	0.3
<i>Salmonella</i> Weltevreden	7	10	8	25	6.7
<i>Salmonella</i> Wottington	1	2		3	0.8
합계	89	192	61	342	100

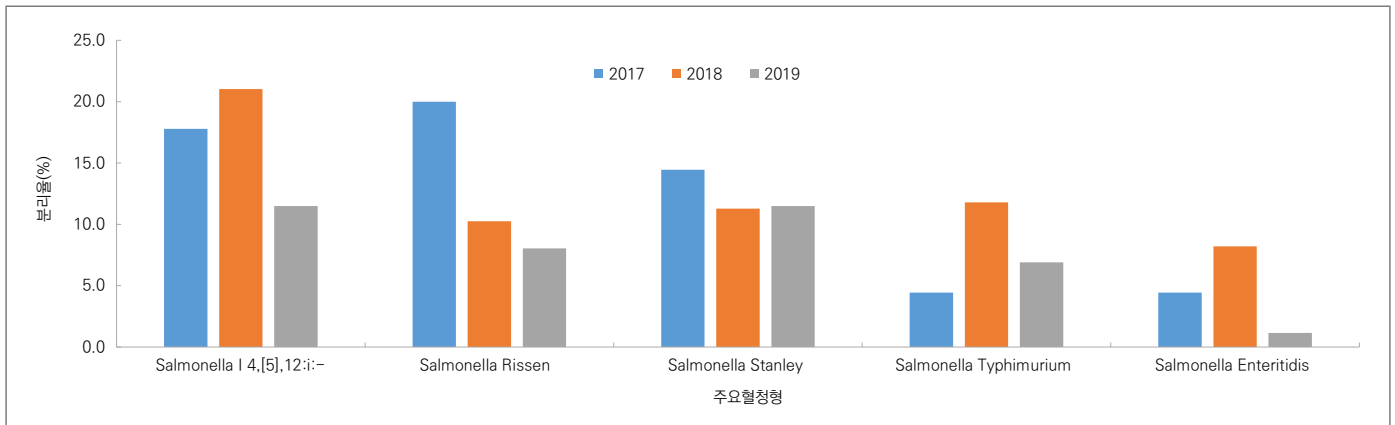


그림 1. 국제 협력사업을 통해 분리된 살모넬라균의 주요 혈청형의 연도별 분석 현황, 2017~2019

순으로 확인되었다. 반면에 라오스에서 수집된 살모넬라균은 33개 혈청형으로 분류되었고 국내 상황과 동일하게 *S. I 4,[5],12:i:-*이 전체 18.0%로 가장 많이 확인되었으나 국내에서 3% 이하로 확인되는 *S. Stanley*과 *S. Rissen* 12.1%가 다음 순으로 분리되었다(표 2). 이 밖에 국내 발생에서 분리된 사례가 없는 특이 혈청 *S. Jedburgh*, *S. Kredeld*, *S. Meleagridis* 3건을 확인하였다. 이 중 *S. Kredeld*과 *S. Meleagridis*는 검역과정을 통해 확인된 바 있었던 혈청형이다.

연도별 혈청형 분포를 보면 2017년도에는 *S. Rissen*이 18건(20.2%)으로 가장 많이 분리되었고 *S. I 4,[5],12:i:-* 16건(17.9%), *S. Stanley* 13건(14.6%) 순으로 확인되었으나 2018년도에는 *S. I 4,[5],12:i:-* 41건(21.3%)이 증가 추세를 보이며 가장 많은 분포를 보였고 다음으로 *S. Typhimurium* 23건(11.9%), *S. Stanley* 22건(11.4%) 순으로 확인되었다. 2019년도에는 *S. I 4,[5],12:i:-* 10건(16.3%)과 *S. Stanley* 10건(16.3%)이 전년도와 유사한 수준으로 분리되며 가장 많은

표 3. 라오스와 국내에서 분리된 살모넬라균의 항생제 내성률 비교, 2017~2019

항생제		내성률(%)	
		라오스	국내
Penicillin	Ampicillin (AMP)	51.4	32.4
β-Lactam	Amoxicillin/Clavulanic acid (AMC)	0	0.9
	Ceftriaxone (CRO)	3.4	5.5
Cephems(parenteral)	Cefotaxime (CTX)	3.4	5.5
	Cefoxitin (FOX)	0.7	3.2
	Ceftazidime (CAZ)	2.1	4.8
Carbapenems	Imipenem (IPM)	0	0
Penicol	Chloramphenicol (CHL)	15.8	5.9
Aminoglycosides	Amikacin (AMK)	0	0.7
	Gentamicin (GEN)	5.5	2.7
	Streptomycin (STR)	0	0
Quinolones	Ciprofloxacin (CIP)	6.2	4.5
	Nalidixic acid (NAL)	7.5	10
Tetracycline	Tetracycline (TCY)	52.7	12.0
Macrolide	Azithromycin (AZM)	25.3	8.9
Sulfa-Drug	Trimethoprim/Sulfamethoxazole (SXT)	13.0	5.5

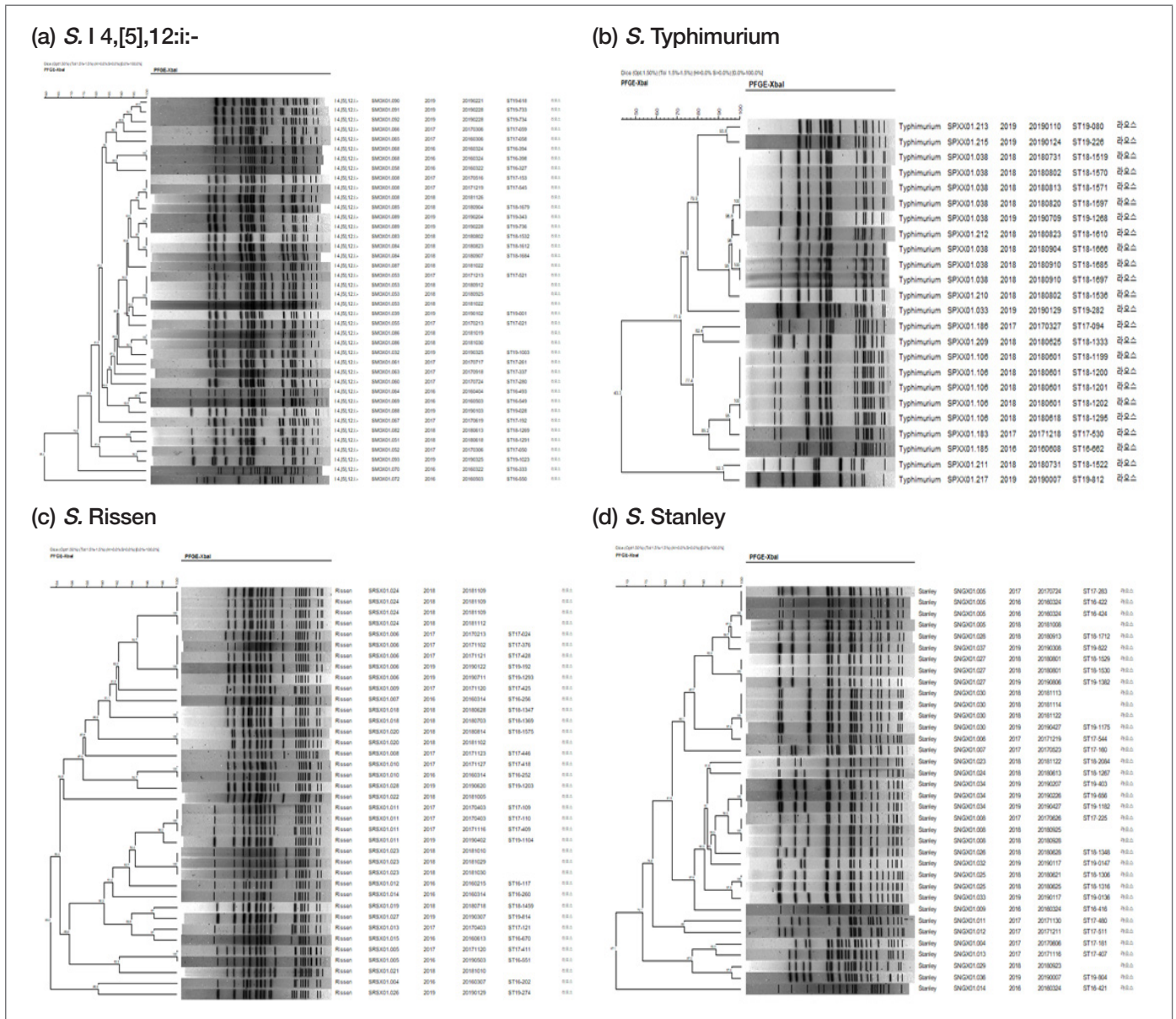


그림 2. 주요 혈청형 별 살모넬라균주의 PFGE 게통도 분석, 2017~2019

분리율을 보였고 *S. Rissen* 7건(11.5%), *S. Typhimurium* 6건(9.8%)이 다음 순으로 확인되었다(그림 1).

라오스에서 분리된 살모넬라균 항생제 감수성률은 Ampicillin(AMP) 51.4%, Tetracyclin(TCY) 52.7%, Chloramphenicol (CHL) 15.8%, Azithromycin(AZM) 25.3%, Trimethoprim/Sulfamethoxazole(SXT) 13.0% 5개 항생제를 제외하고 대부분 10%이하의 낮은 내성률을 보였고 이 결과는 국내 분리 살모넬라균 항생제 감수성률은 Ampicillin(AMP) 32.4%, Tetracyclin(TCY)

12.0%, Chloramphenicol(CHL) 5.9%, Azithromycin(AZM) 8.9%, Trimethoprim/ Sulfamethoxazole(SXT) 5.5% 등으로 라오스 분리 살모넬라균은 국내보다 항생제 내성률이 높은 수준으로 확인되었으나 cefotaxime(CTX)이나 ciprofloxacin(CIP)에 내성률은 상대적으로 낮은 수준으로 확인되었다(표 3).

라오스에서 수집된 살모넬라 중 분리율이 높은 상위 4개 혈청형을 대상으로 병원체간 유전학적 연관성을 확인하였다(그림2). 67주로 분리수가 가장 많았던 *S. I 4,[5],12:i-*을 대상으로 PFGE

분석결과, 총 31개의 다양한 유형이 확인되었다. 주 유형은 SMOX01.008, SMOX01.053, SMOX01.068, SMOX01.089, SMOX01.084, SMOX01.086 6개 유형이 확인되었고 SMOX01.068유형을 제외한 5개 유형은 90%이상으로 매우 유사한 유전학적 연관성이 확인되었다. S. I 4,[5],12:i-에서 확인된 PFGE 유형의 대부분은 국내 분리주와 연관성이 확인되지 않았지만 SMOX01.008 유형은 2010년부터 2017년 광주, 서울, 인천, 경기지역 집단 설사질환 원인 S. I 4,[5],12:i-에서 확인된 유형이었다. S. Stanley는 총 24개 유형이 확인되었고 이 혈청형도 SNGX01.005, SNGX01.008, SNGX01.027, SNGX01.030, SNGX01.034 5개의 PFGE 유형을 중심으로 확인되었으며 19개 유형인 각 1주씩만 확인되었다. S. Stanley에서 주 유형으로 분류된 5개 PFGE 유형은 태국 등 해외에서 유입된 살모넬라균에서 확인된 적이 있었으나 국내 분리주와 유전학적 유사성은 확인되지 않았다. S. Rissen은 총 22개 유형으로 구분되었고 전체 58.3%가 SRSX01.005, SRSX01.006, SRSX01.010, SRSX01.011, SRSX01.023, SRSX01.024 6개의 유전형을 보였고 나머지 분리주는 16개 유형에 1주씩이 확인되었으며 전체 22개 유형은 85%이하의 낮은 유전학적 연관성을 보이는 것으로 확인되었다. S. Typhimurium은 총 14개 유형이 확인되었고 주 유형은 SPXX01.038형과 SPXX01.103형 2개의 유형으로 확인되었으며 나머지 12개 유형은 각 1주씩 확인되어 라오스에는 집단발생이 보고되지 않았지만 매우 유사한 유전학적 연관성을 가진 S. Typhimurium이 지속적으로 분리되고 있는 상황임을 추정할 수 있었다.

맺는 말

전 세계적으로 보건위식 수준의 향상에 따라 개인위생 관리에 대한 인식이 높아지고 있으나, 국가 간의 여행객 증가로 인해 특정지역에서 보고된 병원체의 국내유입 및 발생 가능성이 점점 높아지고 있다. 그러나 각 국가의 유행하는 감염병을 알고 있는 상황이라고 할지라도 일반적으로 여행이 다양한 지역으로 이동하며 이뤄지기도 하고 동일 여행지라도 여러 국가에서 모이는 여행자들에

대한 감염력에 대한 정보를 확보 하는 데는 한계가 있고 잠복기에 감염이 될 경우 정확한 감염원 확인이 어려운 점 때문에 정확한 감염병 발생정보를 분석하는데 어려움이 있다.

이와 관련하여 우리나라는 주요 해외 여행국인 라오스를 대상으로 국제 협력사업을 통해 수인성·식품매개질환 거점 국가를 구축하여 2017년부터 2019년까지 지난 3년간 라오스에서 분리된 살모넬라균을 대상으로 병원체 분리율 및 특성을 분석하였다. 라오스에서 분리된 살모넬라균 중에 2019년에는 S. Typhimurim의 변이체인 S. I 4,[5],12:i-이 가장 많은 분포를 차지했고 국내에서는 비교적 낮은 분리율을 보이는 S. Rissen과 S. Stanley가 오히려 높은 수준으로 분리되고 있는 것을 확인할 수 있었다. 라오스에서 수집된 살모넬라균은 ampicillin, chloramphenicol, azithromycin, tetracycline에 대한 내성률이 국내 분리 살모넬라균보다 조금 높은 수준에서 확인되었지만 국제적으로 내성이 문제되는 대표 항생제 cefotaxime이나 ciprofloxacin에 내성률은 상대적으로 낮은 수준으로 확인되었다. 또, 라오스에서 분리된 살모넬라균의 상당수가 산발발생으로 보고되었지만 병원체간 유전학적 연관성이 매우 높은 것으로 확인되었으며 동일 감염원에 의한 유행의 가능성도 추정되었다.

S. I 4,[5],12:i-를 제외하고는 국내에서 분리된 살모넬라균과의 연관성을 확인하지 않았으나 일부 해외 유입주에서 동일한 혈청형이나 유전형이 확인됨에 따라 우리나라로 유입된 살모넬라균의 확산 가능성은 여전히 우려가 되는 상황이다. 현재 우리나라는 해외유입 감염병에 대한 감시체계를 구축하고 이를 바탕으로 다양한 분석을 실시하고 있지만 아직까지 감염원을 추적하기 위한 역학자료와 과학적 정보가 부족한 상황이다. 향후, 해외유입 감염병에 대한 적극적인 대응체계를 확보하기 위해서는 지속적인 감시체계 운영뿐만 아니라 해외 관련 주요 감염병에 대한 특성 분석 및 결과 환류를 통하여 필요한 정보를 제공하고 감염병 예방에 활용할 수 있도록 발전시켜 나가야 할 것이다.

① 이전에 알려진 내용은?

해외 유입 감염병은 여행국가에 따라 다양하게 분포되는데 세균성 설사질환은 살모넬라, 병원성대장균 등이 있으며 특히 최근 해외 여행객을 통한 살모넬라 감염병의 국내 유입사례가 증가 추세 있는 것으로 보고되고 있다.

② 새로이 알게 된 내용은?

라오스에서 수집된 수인성·식품매개 원인병원체 중 살모넬라균의 분리율이 가장 많았고, 국내 살모넬라균 혈청형 중 낮은 분포를 보이는 *S. Stanley*와 *S. Rissen* 형이 높은 분포임을 확인 하였다. 살모넬라균 유전체 데이터베이스 분석으로 일부 해외 유입주와 동일한 유전형이 확인됨에 따라 살모넬라균의 국내 확산 가능성이 우려가 되는 상황이다.

③ 시사점은?

해외유입 감염병에 대한 적극적인 대응체계를 확보하기 위해서는 지속적인 감시체계 운영뿐만 아니라 해외 주요 감염병 병원체에 대한 특성 분석 및 결과 정보를 제공하여 감염병 예방관리에 활용하고자 한다.

and Tetsuya Mizoue, PhD, MD, Epidemiology of Travel-Associated Diarrhea Based on Surveillance Data at Narita International Airport, Journal of Travel Med 2010;17:105-110.

7. Bopp CA, Brenner FW, Wells JG, Strokebine NA, Escherichia, *Shigella*, *Salmonella*. In Murry PR, Baron EJ, et al eds Manual of clinical Microbiology, 7th ed. Washington DC American Society for Microbiology 1999;467-74., 정윤섭, 이경원 등. 최신진단미생물학 제 3 개정판 서흥출판사 2000:211-4.

참고문헌

1. Patrick A.D Grimont F-XW. 2007. Antigenic formulae of the *Salmonella* serovars. 9th ed. Paris, France: WHO Collaborating Center for Reference and Research on Salmonella; 2007
2. 윤영선, 이덕용, 정경태. 2015년 국내에서 분리된 살모넬라균의 현황 및 특성 분석. 주간 건강과 질병. 2016;9(10):174-180
3. Fanklin R, Cockerill MAW, Karen, Bush, Michael N, Dudley, George M, Eliopoulos, Dwight J, Hardy, David W, hecht, Janet A, Hindler, Jean B, Patel, Mair Powell, Richard B, Thompson, John D, Turnidge, Melvin P, Weinstein, Barbara L, Zimmer, Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing; Twentieth Informational Supplement, Clinical and Laboratory Standards Institute; 2010, p.40.
4. PulseNet international (HYPERLINK "<http://www.pulsenetinternational.org/protocols/>"). Last modified: 22nd October 2015.
5. Painter JA, Perch M, Voetsch AC. Nontyphoidal salmonellosis. In: Wallace RB, editor. Maxcy-Rosenau-Last public health & preventive medicine, 15th ed. New York: McGraw-Hill; 2007. pp. 437-440.
6. Masahiko Hachiya, PhD, MD, MPH, Hitoshi Kikuchi, PhD, MD,

Abstract

Characteristics of *Salmonella* spp. Isolated from Laos as an International Cooperation Project in Southeast Asia, 2017 to 2019

Jeong Hyun Ju, Shin Eunkyung, Park Jungsun, Kim Junyoung, Chun Jeong-Hoon, Hwang Kyu Jam

Division of Bacterial Diseases, Bureau of Infectious Disease Diagnosis Control, Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA)

As the number of international travelers worldwide increases, the importation of travel-related endemic diseases to new geographic areas is an important public health issue. And as a result, to secure foreign pathogens and related information through international base agencies, an international cooperation project for food-borne and water-borne disease was carried out on Laos in Southeast Asian countries.

This report was to examine the characteristics of *Salmonella* spp. collected in Laos from 2017 to 2019. The number of *Salmonella* spp. collected in Laos was 342 strains, and the gender ratio was similar to 52.9% for men and 47.1% for women. The age range was 0-5 years old (45.3%), and individual occurrences (96.8%) seemed to account for the majority rather than group occurrences (3.2%). There were a total of 33 serotypes, and the major serotypes were S. I 4,[5],12:i:- 18.0%, S. Rissen 12.1%, S. Stanley 12.1%, and S. Typhimurium 8.9% in order. the resistance rate of collected *Salmonella* to ampicillin or tetracycline was confirmed at 5% higher than that of domestic *Salmonella*, but strains resistant to cefotaxime or ciprofloxacin were rare.

And all *Salmonella* serotypes were characterized by pulsed field gel electrophoresis (PFGE). PFGE patterns of major *Salmonella* spp. isolates were classified in more than ten patterns. It is expected that the results of this study, will help prevent the premature diffusion of foreign pathogens by securing *Salmonella* epidemic pathogens and related information in South-east Asia, Furthermore, based on the findings of this study, continuous monitoring of pathogens is highly recommended.

Keywords: *Salmonella*, South-east Asia, South-east Asia Collaborating Center for Food-borne and Water-borne Disease Pathogens Research, Serotype, PFGE

Table 1. The characteristics of epidemiology of Salmonella collected by the South-east Asia Collaborating project, 2017–2019

Classification		Annual isolation No. (Rate %)		
		2017	2018	2019
Sex	Male	47 (52.8)	105 (54.7)	31 (50.8)
	Female	42 (47.2)	87 (45.3)	30 (49.2)
Age group	0–5	54 (60.7)	75 (39.1)	26 (42.6)
	6–15	4 (4.5)	17 (8.7)	2 (3.3)
	16–35	15 (16.9)	38 (19.9)	12 (19.7)
	≥36	16 (17.9)	62 (32.3)	21 (34.4)
Type of occurrence	Outbreak	4 (4.5)	6 (3.1)	1 (1.7)
	Sporadic	85 (95.5)	186 (96.8)	60 (98.3)
Total		89	192	61

Table 2. The Distribution of *Salmonella* serovars types collected by the South-east Asia Collaborating project, 2017–2019

Serovars	2017	2018	2019	Total	Rate (%)
<i>Salmonella</i> Agona	1	1	3	5	1.3
<i>Salmonella</i> Albany	2			2	0.5
<i>Salmonella</i> Anatum	2	4		6	1.6
<i>Salmonella</i> Bareilly	1			1	0.3
<i>Salmonella</i> Bovismorbificans		7		7	1.9
<i>Salmonella</i> Brunei	4			4	1.1
<i>Salmonella</i> Cannstatt		4		4	1.1
<i>Salmonella</i> Cerro		2		2	0.5
<i>Salmonella</i> Corvallis		2	1	3	0.8
<i>Salmonella</i> Derby		3	1	4	1.1
<i>Salmonella</i> Enteritidis	4	16	1	21	5.6
<i>Salmonella</i> Give	1	3	1	5	1.3
<i>Salmonella</i> I4,[5],12:i:-	16	41	10	67	18.0
<i>Salmonella</i> Farmsen		1		1	0.3
<i>Salmonella</i> Hivittingfoss	1	4		5	1.3
<i>Salmonella</i> Indiana	2			2	0.5
<i>Salmonella</i> Jedburgh	1			1	0.3
<i>Salmonella</i> Kentucky	2		2	4	1.1
<i>Salmonella</i> Krefeld		3		3	0.8
<i>Salmonella</i> Litchfield		3	2	5	1.3
<i>Salmonella</i> Livingstone			1	1	0.3
<i>Salmonella</i> London	1	3	1	5	1.3
<i>Salmonella</i> Meleagridis	1	3	5	9	2.4
<i>Salmonella</i> Newport	1	1		2	0.5
<i>Salmonella</i> Oslo		1		1	0.3
<i>Salmonella</i> Potsdam		1		1	0.3
<i>Salmonella</i> Rissen	18	20	7	45	12.1
<i>Salmonella</i> Saintpaul	1			1	0.3
<i>Salmonella</i> Schleissheim			1	1	0.3
<i>Salmonella</i> Stanley	13	22	10	45	12.1
<i>Salmonella</i> Tananarive	1	1	1	3	0.8
<i>Salmonella</i> Thompson		1		1	0.3
<i>Salmonella</i> ParatyphiB		5		5	1.3
<i>Salmonella</i> Typhi	3			3	0.8
<i>Salmonella</i> Typhimurium	4	23	6	33	8.9
<i>Salmonella</i> Uganda		1		1	0.3
<i>Salmonella</i> Wandsworth		4		4	1.1
<i>Salmonella</i> Virchow	1			1	0.3
<i>Salmonella</i> Weltevreden	7	10	8	25	6.7
<i>Salmonella</i> Wottington	1	2		3	0.8
Total	89	192	61	342	100

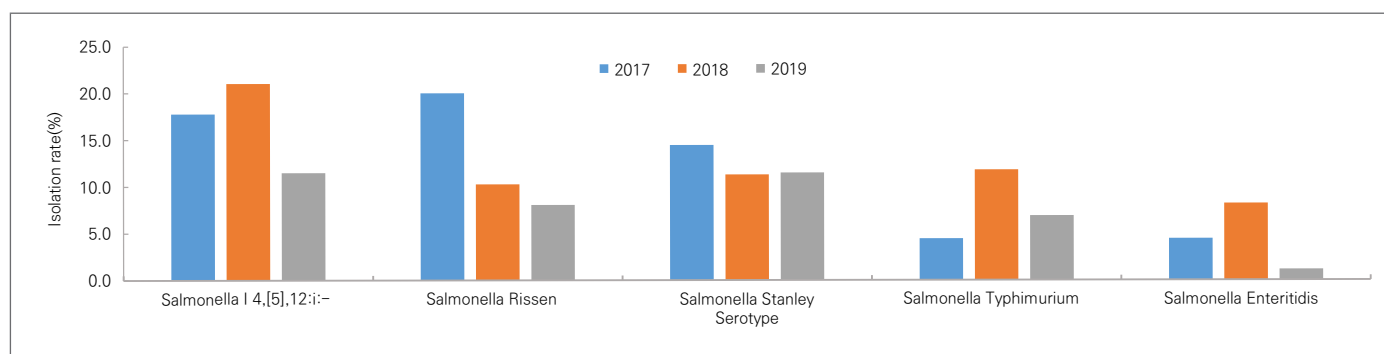


Figure 1. Serotype distribution of *Salmonella* spp. collected by the South-east Asia Collaborating project, 2017–2019

Table 3. Antimicrobial resistance profiles of *Salmonella* spp. isolates in Laos and Korea, 2017–2019

Antimicrobial agents		Resistance rate (%)	
		Laos	South Korea
Penicillin	Ampicillin (AMP)	51.4	32.4
β-Lactam	Amoxicillin/Clavulanic acid (AMC)	0	0.9
	Ceftriaxone (CRO)	3.4	5.5
Cephems(parenteral)	Cefotaxime (CTX)	3.4	5.5
	Cefoxitin (FOX)	0.7	3.2
	Ceftazidime (CAZ)	2.1	4.8
Carbapenems	Imipenem (IPM)	0	0
Penicol	Chloramphenicol (CHL)	15.8	5.9
Aminoglycosides	Amikacin (AMK)	0	0.7
	Gentamicin (GEN)	5.5	2.7
	Streptomycin (STR)	0	0
Quinolones	Ciprofloxacin (CIP)	6.2	4.5
	Nalidixic acid (NAL)	7.5	10
Tetracycline	Tetracycline (TCY)	52.7	12.0
Macrolide	Azithromycin (AZM)	25.3	8.9
Sulfa-Drug	Trimethoprim/Sulfamethoxazole (SXT)	13	5.5

