J. Fd Hyg. Safety 14(1), 97-103(1999)

도계장과 돈육가공장에서 분리된 살모넬라 속의 특성 연구

이경환 · 권혁무† · 홍종해 · 박석기*
*강원대학교 수의학과, *서울특별시 보건환경연구원*

Characteristics of *Salmonella* Species Isolated from Poultry Slaughterhouses and Pork Meat Processing Plants

Kyoung-Hwan Lee, Hyuk-Moo Kwon†, Chong-Hae Hong and Seog-Gee Park*
Department of Veterinary Medicine, Kangwon National University
**Seoul Metropolitan Government Institute of Health and Environment*

ABSTRACT—This study was carried out to isolate and identify *Salmonella* species from poultry slaughterhouses and pork meat processing plants during the period from January 1997 to August 1998, and analyze resistance of antimicrobial agents and plasmid profiles of isolated *Salmonella* strains. A total of 15 *Salmonella* strains was isolated from poultry carcasses, swine carcasses, pork meats and cutting boards. Identified *Salmonella* strains were *S. typhimurium, S. heidelberg, S. hilingdon, S. mbandaka,* and *S. virginia*. Ten (66.7%) of 15 *Salmonella* strains showed resistance to antimicrobial agents and five strains (33.3%) of them were resistant to two or more antimicrobial agents. Plasmids were isolated from three *Salmonella* isolates which had two or more plasmids.

Key words □ Salmonella, resistance, antimicrobial agent, plasmid

살모넬라속은 1885년 Salmon 등에 의해 처음으로 보고된 이래 현재까지 2,000종 이상이 알려져 있으며, 이 중에서 100여종이 사람과 동물 그리고 식품에서 빈번히 분리되고 있다.[1] 이 균은 소와 돼지에서 살모넬라 감염증을 유발하며, 닭을 포함한 가금류에서는 추백리, 파라티푸스, 조류티푸스, 조류 아리조나 감염증을, 사람에게는 장티푸스, 파라티푸스 및 살모넬라 감염증 등을 일으켜 경제적으로 또한 공중보건학적으로 중요한 질병의 원인미생물로 인식되고 있다.[2-7] 이 중에서 *S. enteritidis, S. typhimurium, S, heidelberg, S. infantis* 및 *S. hadar* 등의 혈청형은 사람의 살모넬라 감염증의 일반적 원인균으로 알려있다. *S. enteritidis*와 *S. typhimurium*는 국내 뿐 아니라 전세계적으로도 식중독 발생의 중요한 병인균으로 인식되고 있으며, *S. typhimurium*은 살모넬라속 중 가장 병원성이 강하고 돼지로부터 빈번히 분리되는 것으로 보고되었다.[3,4,8-17]

인체에 대한 위해성으로 지적되는 사항은 치료와 예방목적으로 사용되는 항균제에 대한 살모넬라의 내성획득으로, 이로 인하여 사람과 동물 치료에 많은 어려움이 있음은 주지된 사실이다.[10,18-20] 약제 내성기전은 특정한 유전물질 전달체 없이 단순히 DNA를 받아들임으로써 생기는 형질전환(transformation), 박테리오파아지가 매개하는 형질도입(transduction), 그리고 plasmid가 매개하여 균체간의 접합에 의해 전달되는 접합(conjugation) 등이 알려져 있는데, 특히 살모넬라와 같은 그람 음성균은 균종에 관계없이 비염색체성 유전물질인 R-plasmid에 의한 약제내성 전달이 접합에 의하여 용이하게 이루어지고 있다.[12,13,16] R-plasmid는 자연계에서 세균들 사이에 전달되며, 사람 또는 동물간, 농장, 도축장, 식육점 등 유통과정에서도 전달되고 있다.[3,12] 따라서 근래에는 살모넬라 감염증의 역학적 상황분석을 위하여 plasmid DNA의 전기영동 양상에 따른 분자생물학적 역학관계를 조명하는 연구가 많이 이루어지고 있다.[21-27]

살모넬라는 돼지와 조류의 장관내에 상존하므로 도축장 및 축산물가공장의 비위생적인 작업공정에서 도체를 오염시킬 수 있으며, 이를 원료로 한 축산식품 역시 오염될 수 있다. 실제로 도축장 및 축산물가공장의 분변, 칼, 세척수, 장갑, 도마, 도체 등에서 많은 살모넬라가 검출되었고, 이렇게 오염된 살모넬라는 사람의 질병발생에 중요한 원인체로 작용하고 있다.[3,5,8,14,20,28-31]

† Author to whom correspondence should be addressed.

본 연구는 도계장과 돈육가공장에서 도체, 부분육 그리고 도마에 오염된 살모넬라 속을 분리하고, 그 위해성을 확인하고자 항균제 감수성 검사 및 plasmid를 분석하였다.

재료 및 방법

시료 채취

중부지역에 위치한 2개 도계장과 4개 돈육가공장을 대상으로 1997년 2월부터 1998년 8월 사이에 시료를 채취하였다. 시료는 도계작업이 끝난 최종세척후의 닭도체 170수, 돈육가공장내 돼지도체 58두, 부분육 56개, 도마 60개에서 표면적 100 cm^2의 넓이로 수송배지가 첨가된 면봉(BBL)으로 채취하였고, 24시간 이내에 균 분리를 시작하였다.

균 분리동정

살모넬라속의 분리동정은 US FDA[32]의 방법에 따라 실시하였다. 채취한 시료를 tetrathionate broth(DIFCO)에 접종후 42°C에서 24~48시간 증균하고, 증균액을 MacConkey agar (DIFCO) 및 XLT4 selective agar(DIFCO)에 접종하여 37°C에서 24시간 배양하였다. MacConkey agar에서 무색의 집락을 형성하며, XLT4 agar에서 중앙이 검고 주변이 붉거나 노란색의 집락(H_2S positive strain) 또는 중앙이 검은색으로 변하지는 않았으나 전체적으로 분홍색이나 연한 노랑색의 집락(H_2S negative strain)을 선택하여 순수 배양하였다. 배양된 균을 triple sugar iron agar(DIFCO)와 lysine iron agar (DIFCO)에 계대접종하여 37°C에서 24시간 배양한 후, triple sugar iron agar에서 alkaline slant/acid butt의 결과를 나타내고, lysine iron agar에서 alkaline slant/alkaline butt를 나타내는 균주를 살모넬라속으로 분류하고 혈청형을 조사하였다.

혈청형 조사

분리동정된 살모넬라 속의 혈청형 조사는 Ewing[33]의 방법에 따라 실시하였다. DIFCO사로부터 구입한 균체(O) 군별혈청(A, B, C1, C2, D, E, G), 균체(O) 인자혈청(1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 15, 19), 편모(H) 인자혈청(a, b, c, d, eh, f, h, k, m, p, r, s, t, w, x, y, $z_{6, 10, 13, 15, 23, 28, 29, 32}$, 1, 2, 5, 6, 7) 등을 사용하여 평판응집반응 및 시험관응집반응을 실시하여 혈청형을 분리하였다.

항균제 감수성 검사

분리한 균주를 Bauer 등[34]의 방법에 따라 항균제 감수성 검사를 실시하였다. 항균제 감수성 디스크는 BBL사의 제품으로 ampicilin(Am, 10 μg), amikacin(An, 30 μg), cephalothin (Cf, 30 μg), chloramphenicol(Cm, 30 μg), gentamicin(Gm, 10 μg), kanamycin(Km, 30 μg), nalidixic acid(Na, 30 μg), neomycin(Nm, 30 μg), streptomycin(Sm, 10 μg), tetracycline (Te, 30 μg), tobramycin(Nn, 10 μg), polymycin-B(Pb, 300U), sulfamethoxazole+trimethoprime(Sxt, 23.75+1.25 μg) 및 penicillin(P_{10}, 10U) 등의 14종을 사용하였고, National Committe for Clinical Laboratory Standards[35]의 기준에 따라 측정하였다. 균주를 Mueller Hinton broth(DIFCO)에 배양후 균농도를 멸균된 식염수로 MacFarland scale No 0.5 표준비색액에 맞추어 Mueller Hinton agar(DIFCO)에 도말한 후 항균제 디스크를 배지표면에 부착시켜 37°C에서 18~24시간을 배양하고 감수성 여부를 확인하였다.

Plasmid 분리 및 전기영동

분리된 살모넬라 속의 plasmid는 alkaline lysis method에 따라 분리하였다.[36] 균을 5 m*l*의 LB broth에 접종하여 37°C에서 18~24시간 배양한 후 배양액을 12,000 rpm에서 원심분리하였다. 얻어진 균체에 solution I(50 mM glucose, 10 mM EDTA, 25 mM Tris-Cl, pH 8.0) 100 μ*l*를 첨가하고 실온에서 5분간 정치하였다. 그 다음에 solution II(0.2 N NaOH, 1% sodium dodecyl sulfate) 200 μ*l*를 넣고 얼음에서 5분간 정치한 후 solution III(5 M potassium acetate, glacial acetic acid, pH 4.8) 150 μ*l*를 첨가한 후 진탕하여 얼음에서 5분간 정치하고 12,000 rpm에서 5분간 원심분리후 상층액을 수거하였다. 상층액과 동량의 phenol:chloroform을 넣고 진탕한 후에 원심분리하여 상층액을 수거한 후 2배 용량의 100% ethanol 첨가하고, 실온에서 5~10분 정치후 원심 분리하여 상층액을 제거하고, 70% ethanol 1 m*l* 넣고 세척하여 원심분리한 후 DNA 침전물을 진공으로 건조시켰다. 최종적으로 얻어진 plasmid를 20 μ*l*의 TE buffer(10 mM Tris · Cl, 1 mM EDTA, pH 8.0)로 부유시켰다.

분리한 plasmid는 0.7% agarose gel에서 70 V로 1시간 전기영동한 후 ethidium bromide(0.5 μg/m*l*)에 20~30분 염색 후 UV-Transilluminator(Vilberlourmat, France)에서 확인하였다.

결 과

살모넬라 속의 분리동정 및 혈청형

Table 1과 같이 총 15주의 살모넬라가 분리 동정되었다. 170건의 닭도체에서 6주(3.5%), 58건의 돼지도체에서 3주(5.2%), 56건의 부분육에서 2주(3.6%), 60건의 도마에서 4주(6.7%)의 살모넬라가 검출되었다. 혈청형 분류는 Table 2와 같으며 *S. hilingdon* 5주, *S. virginia* 1주, *S. heidelberg*

5주, *S. mbandaka* 1주, *S. typhimurium* 2주, 미동정분리균 1주(S. II-O type C1) 등이었다.

항균제 감수성 실험

총 15균주의 살모넬라에 대한 항균제 감수성 검사 결과 Table 3과 같이 총 10균주(66.7%)가 하나 이상의 항균제에 내성을 보였다. 그 분포는 닭도체 분리균 2주, 돼지도체 분리균 2주, 부분육 분리균 2주, 도마 분리균 3주이었다. 이 중에서 두개 이상의 항균제에 내성을 나타낸 다제내성 균주는 총 5균주(33.3%)로 닭도체 분리균 1주, 부분육 분리균 2주, 돼지도체 분리균 1주, 도마 분리균 1주에서 확인되었다. 항균제 별로는 Am에 1주(6.7%), Gm에 1주(6.7%), Km에 4주(26.7%), Na에 1주(6.7%), Nm에 1주(6.7%), Sm에 4주(26.7%), Te에 3주(20%), Nn에 2주(13.3%), P_{10}에 9주(60%)가 내성을 나타내었다.

닭도체에서 분리한 *S. virginia*는 Am, Km, Na, Nm, Sm, Te, P_{10}에 다제내성을 보였고, 돼지 부분육에서 분리한 *S. heidelberg*는 Km, Sm, Nn에, 돼지도체에서 분리한 *S. typhimurium*는 Te, P_{10}에 공통적인 다제내성을 나타내었다.

Table 1. Isolation rate of *Salmonlla* strains from poultry slaughterhouses and pork meat processing plants

Source	No. of tested	No. of isolated (%)
Poultry carcasses	170	6 (3.5%)
Swine carcasses	58	3 (5.2%)
Pork meats	56	2 (3.6%)
Cutting boards	60	4 (6.7%)

Plasmid profiles

분리된 15균주의 살모넬라중에 3균주(20.0%)가 plasmid를 보유하는 것으로 확인되었다(Table 4). Plasmid는 닭도체 분리균 6균주 중에서 1주(16.7%), 돼지도체 분리균 3균

Table 2. Serotyping of 15 *Salmonella* strains isolated from poultry slaughterhouses and pork meat processing plants

Source	Sample No.	Serotype
Poultry carcasses	1	*S. hilingdon*
	2	*S. hilingdon*
	3	*S. virginia*
	4	*S. hilingdon*
	5	*S. hilingdon*
	6	*S. hilingdon*
Pork meats	7	*S. heidelberg*
	8	*S. heidelberg*
Swine carcasses	9	*S. typhimurium*
	10	*S. heidelberg*
	11	*S. heidelberg*
Cutting boards	12	*S. typhimurium*
	13	*S. heidelberg*
	14	*S. mbandaka*
	15	*S.* II-O type C1

Table 3. Antimicrobial agents susceptibility testing of 15 *Salmonella* strains isolated from poultry slaughterhouses and pork meat processing plants

Sample No.#	Serptype	Susceptive	Intermediate	Resistant
1	*S. hilingdon*	Am*,An,Cf,Cm,Gm,Km,Na,Nm,Sm,Te,Nn,Pb,Sxt,P_{10}		
2	*S. hilingdon*	Am,An,Cf,Cm,Gm,Km,Na,Nm,Sm,Te,Nn,Pb,Sxt		P_{10}
3	*S. virginia*	An,Cf,Cm,Gm,Nn,Pb,Sxt		Am,Km,Na,Nm,Sm,Te,P_{10}
4	*S. hilingdon*	Am,An,Cf,Cm,Gm,Km,Na,Nm,Sm,Te,Nn,Pb,Sxt	P_{10}	
5	*S. hilingdon*	Am,An,Cf,Cm,Gm,Km,Na,Nm,Sm,Te,Nn,Pb,Sxt	P_{10}	
6	*S. hilingdon*	Am,An,Cf,Cm,Gm,Km,Na,Nm,Sm,Te,Nn,Pb,Sxt	P_{10}	
7	*S. heidelberg*	Am,An,Cf,Cm,Gm,Na,Nm,Te,Pb,Sxt		Km,Sm,Nn,P_{10}
8	*S. heidelberg*	Am,An,Cf,Cm,Na,Nm,Te,Pb,Sxt	P_{10}	Gm,Km,Sm,Nn
9	*S. typhimurium*	Am,An,Cf,Gm,Km,Nm,Sm,Nn,Pb,Sxt	Cm	Km,Te,P_{10}
10	*S. heidelberg*	Am,An,Cf,Cm,Gm,Km,Na,Nm,Sm,Te,Nn,Pb,Sxt		P_{10}
11	*S. heidelberg*	Am,An,Cf,Cm,Gm,Km,Na,Nm,Sm,Te,Nn,Pb,Sxt		P_{10}
12	*S. typhimurium*	Am,An,Cf,Cm,Gm,Km,Nm,Nn,Pb,Sxt	Na	Sm,Te,P_{10}
13	*S. heidelberg*	Am,An,Cf,Cm,Gm,Km,Na,Nm,Sm,Te,Nn,Pb,Sxt		P_{10}
14	*S. mbandaka*	Am,An,Cf,Cm,Gm,Km,Na,Nm,Sm,Te,Nn,Pb,Sxt	P_{10}	
15	*S.* II O-type C1	Am,An,Cf,Cm,Gm,Km,Na,Nm,Sm,Te,Nn,Pb,Sxt		P_{10}

Numbers are identical to numbers of Table 2.

* Ampicillin (Am), Amikacin (An), Cephalothin (Cf), Chloramphenicol (Cm), Gentamicin (Gm), Kanamycin (Km), Nalidixic acid (Na), Neomycin (Nm), Streptomycin (Sm), Tetracycline (Te), Tobramycin (Nn), Polymycin-B (Pb), Trimethoprime+Sulfamethoxazole (Sxt), Penicillin (Penicillin class : P_{10})

Table 4. Plasmid profiles of three *Salmonella* strains isolated from poultry slaughterhouses and pork meat processing plants

Serotype	Sample No.	Plasmid profile
S. virginia	3	8.63 kb, 3.63 kb, 2.68 kb, 2.06 kb
S. typhimurium	9	6.03 kb, 2.06 kb
S. typhimurium	12	6.39 kb, 6.03 kb, 3.13 kb

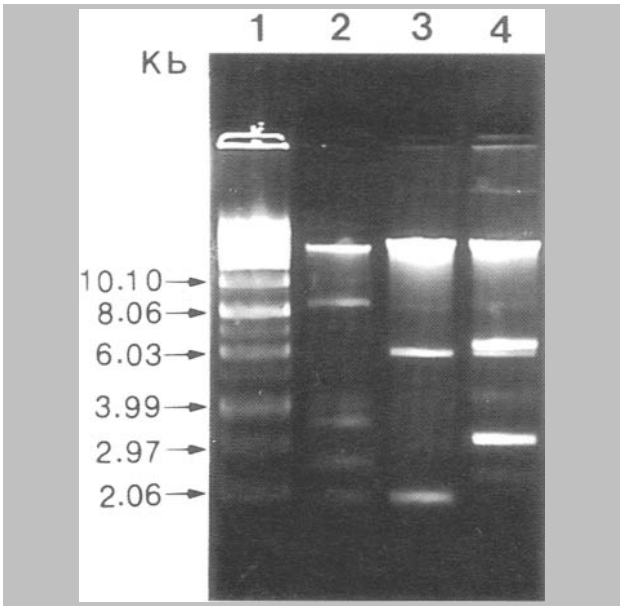

Fig. 1. 0.7% agarose gel electrophoresis of the plasmids isolated from three *Salmonella strains*.
Lane 1: Supercoiled DNA marker(Sigma), Lane 2: *S. virginia* (3), Lane 3: *S. typhimurium* (9), Lane 4: *S. typhimurium* (12).

주 중에서 1주(33.3%), 도마 분리균 4균주 중에서 1주(25%)가 분리되었다. 본 실험에서 분리한 *S. virginia* 1주와 *S. typhimurium* 2주는 모두 plasmid를 보유하고 있었으나, *S. hilingdon* 5주, *S. heidelberg* 5주, *S. mbandaka* 1주, 그리고 미동정분리균 1주는 모두 plasmid를 보유하지 않았다.

닭도체에서 분리된 *S. virginia*는 8.63 kb, 3.63 kb, 2.68 kb, 2.06 kb의 plasmid를, 돼지도체에서 분리된 *S. typhimurium*은 6.03 kb, 2.06 kb의 plasmid를, 도마에서 분리된 *S. typhimurium*은 6.39 kb, 6.03 kb, 3.13 kb의 plasmid를 보유하고 있었고, 이러한 plasmid 보유균은 모두 두개 이상의 항균제에 내성을 보이는 다제내성 균주들이었다.

고 찰

축산물작업장에서의 안전성 평가를 위한 대표적인 지표세균은 살모넬라이다. 그 주요 이유로는 인체에 대한 위해성, 분변오염의 지표성, 검사방법의 표준화가 이루어진 점이다. HACCP 준비단계로 미국에서 실시한 세균별 오염실태조사와 검토과정에서 축산물작업장에서의 살모넬라 속의 현실적인 지표성에 관한 타당성을 뒷받침해 주고 있다.

살모넬라 속의 혈형청 분포는 국내에서 빈번히 발견되는 혈청형이 무엇이고 그 오염이 비위생적인 작업으로 인한 분변오염에 의한 것인지 아니면 환경요인에 의한 것인지를 식별하는데 도움이 된다. 국내에서 빈번히 발견되는 혈청형은 사육과정에서 근본적인 예방조치가 필요하며, 분변오염이나 환경요인에 의한 것은 작업장의 위생관리 혹은 유통과정에서의 안전성 조치가 요구된다. 결국 역학적인 추적이 가능하게 되어 근본적인 재발방지에 필수적인 과학적인 기초를 제공하게 되는 것이다. 외국에서 보고된 닭도체와 관련된 살모넬라 혈청형은 Zivkovic 등[37]은 *S. typhimurium, S. hadar, S. virchow, S. enteritidis* 순이었고, Carraminana 등[38]은 *S. enteritidis, Salmonella serotype* 4,12:b:-(II), *Salmonella* serotype 4,5,12:b:-(II), *S. virchow, S. blockley*, Bokanyi 등[18]은 *S. hardar, S. heidelberg, S. johannesburg, S. kentucky, S. give, S. montevideo, S. thompson, S. infantis* 순으로 보고하였다. 본 실험에서는 닭도체에서 *S. hilingdon*와 *S. virginia* 만이 분리되었으나, 검사대상 도계장 수를 더 늘려서 여러 양계장에서 공급되는 닭을 대상으로 조사하면 더 다양한 혈청형이 존재할 것으로 사료되었다.

돼지도체에서의 살모넬라의 분리는 5.2%로 Lammerding 등[38]의 11.2%, Carpenter 등[39]의 12.1%, 미국의 실태조사[40]로 보고된 8.7%에 비하면 낮은 것으로 나타났다. 돼지도체에서 분리된 살모넬라는 Lammerding 등[39]은 *S. infantis, S. bredeney, S. typhimurium, S. mbandaka, S. brandenburg, S. debry* 순이었고, Carpenter 등[40]은 *S. debry, S. anatum, S. typhimurium, S. indiana, S. saintpaul, S. heidelberg* 순으로 보고하였다. 본 연구에서 *S. heidelberg*와 *S. typhimurium*이 분리되었는데, 모두 인체에 감염증을 유발하는 혈청형이었다.

항균제에 대한 내성조사에서 본 연구에서 분리한 15균주의 살모넬라 속을 14종의 항균제로 감수성 검사를 실시한 결과 닭도체에서는 2건(33.3%)이 돈육가공장의 시료에서는 8건(88.9%)이 내성을 나타내었다. 이 중에서 닭도체와 돈육가공장의 시료에서 각각 1건, 4건씩 공히 50%의 다제내성을 갖고 있었다. 닭도체의 내성은 Arvanitidou 등[41]의 58.1%나, 김 등[25]이 국내에서 조사한 내성 100%과는 많은 차이가 있었고, 다제내성에서는 강 등[42]이 돼지분변 유래 살모넬라에서 보고한 54.5%와 유사하였으나, 김 등[25]이 가금에서 분리한 살모넬라의 100%와는 크게 차이가 있었다.

Plasmid의 전기영동 양상분석과 제한효소처리에 의한 분획양상에 대한 연구결과로, lipopolysaccharide, adhesive

pili, flagella, enterotoxin 등이 살모넬라의 병원성 관련인자로 보고되었다.[1,43] 본 연구에서는 내성 보유 10균주 중에서 *S. virginia*와 *S. typhimurium*의 3균주가 plasmid를 보유하고 있어, 분리된 살모넬라의 20%, 내성 보유균주의 30%에 해당되었다. 이것은 김 등[25]이 가금에서 분리한 균주의 plasmid 보유율 76.4%, Bokanyi 등[18]이 시판 닭도체에서 분리한 균주의 plasmid 보유율 41%보다 낮았다.

닭도체에서 분리된 *S. virginia*는 8.63 kb, 3.63 kb, 2.68 kb, 2.06 kb의 plasmid를, 돼지도체에서 분리된 *S. typhimurium*은 6.03 kb, 2.06 kb의 plasmid를, 작업장의 도마에서 분리된 *S. typhimurium*은 6.39 kb, 6.03 kb, 3.13 kb의 plasmid를 보유하고 있었는데, 이 결과는 김 등[25]이 가금에서 분리한 17균주의 *S. typhimurium* 중에 15균주(88%)가 3.0 kb~120 kb 크기의 plasmid를 하나에서 세개까지를 보유하고 있다는 결과와 유사하였다. 최 등[20]은 내성보유균주 중 전달성 R-plasmid 보유균이 97.8%를 차지한다고 보고하였는데, 이와 같이 항생물질내성과 R-plasmid는 밀접한 관계가 있는 것으로 인식되고 있다.

본 연구결과에서 도축 · 도계 및 가공장에서의 살모넬라 속의 오염과 그 위해성이 확인되어, 안전 축산물 생산을 위한 가축사양기술 및 작업공정의 과학적인 위생관리 프로그램 도입의 필요성이 인정되었다.

국문요약

도계장 및 돈육가공장의 살모넬라에 의한 오염 및 위해성을 확인하기 위하여 1997년 2월부터 1998년 8월까지 도계장의 닭도체 170건, 돈육가공장의 도체 58건, 부분육 56건, 도마 60건의 시료를 채취하여, 살모넬라의 분리와 혈청형 분류, 항균제 감수성, plasmid 실험을 하였다. 도계작업이 완료된 최종세척후의 닭도체에서 6균주(3.5%), 돈육가공장의 돼지도체에서 3균주(5.2%), 부분육에서 2균주(3.6%), 도마에서 4균주(6.7%) 등 총 15균주의 살모넬라가 분리되었고, 혈청형은 ***S. hilingdon, S. heidelberg, S. typhimurium, S. virginia, S. mbandaka***로 분류되었다. 분리된 15균주 중 10균주(66.7%)가 항균제에 내성을 보였고, 5균주(33.3%)는 다제내성을 나타내었다. Plasmid 보유는 닭도체에서 1주(*S. virginia*), 돼지도체에서 1주(*S. typhimurium*), 도마에서 1주(*S. typhimurium*)였고, 이들은 모두 다제내성 균주로 두개 이상의 plasmid를 보유하고 있었다.

참고문헌

1. Gillepsie, J.H., Timoney, J.F., Scott, F.W. and Barlough, J.E.: Hagan and Bruner's infectious disease of domestic animals. p84, 8th ed, Cornell University Press (1988).
2. Blackburn, B.O., Schlater, L.K. and Swanson, M.R.: Antibiotic resistance of members of the genus *Salmonella* isolated from chickens, turkeys, cattle, and swine in the United States during October 1981 through September 1982. *Am. J. Vet. Res.*, **45**, 1245-1249 (1984).
3. Bryan, F.L. and Doyle, M.P.: Health risks and conseuences of *Salmonella* and *Campylobacter jejuni* in raw poultry. *J. Food Prot.*, **58**, 326-344 (1995).
4. Quinn, P.J., Carter, M.E., Markey, B. and Carter, G.R.: Clinical Veterinary Microbiology, p. 284 (1994).
5. Waltman, W.D. and Mallinson, E.T.: Isolation of *Salmonella* from poultry tissue and environmental samples : a nationwide survey. *Avian Diseases,* **39**, 45-54 (1995).
6. 김용환, 강호조: 개와 고양이로부터 분리한 *Salmonella*속균의 serogroup과 약제감수성. 한국수의공중보건학회지, **10**, 11-16 (1986).
7. 윤은선, 박석기, 오영희, 김태중: 동물원의 야생동물 분변에서 분리한 살모넬라균의 생물형, 혈청형 및 약제내성. 대한수의학회지, **34**, 267-273 (1994).
8. Carraminana, J.J., Yanguela, J., Blanco, D., Rota, C., Agustin, A.I., Arino, A. and Herrera, A.: *Salmonella* incidence and distribution of serotypes throughout processing in a Spanish poultry slaughterhouse. *J. Food Prot.*, **60**, 1312-1317 (1997).
9. Ikeda, J.S., Hirsh, D.C., Jang, S.S. and Biberstein, E.L.: Characteristics of *Salmonella* isolated from animals at a veterinary medical teaching hospital. *Am. J. Vet. Res.*, **47**, 232-235 (1986).
10. Nair, U.S., Saeed, A.M., Muriana, P.M., Kreisle, R.A., Barret, B. and Sinclair, C.L.: Plasmid profiles and resistance to antimicrobial agents among *Salmonella enteritidis* isolates from human beings and poultry in the midwestern United States. *JAVMA.*, **206**, 1339-1344 (1995).

11. Reed, W.M., Olander, H.J. and Thacker, H.L.: Studies on the pathogenesis of *Salmonella typhimurium* and *Salmonella cholerasuis var Kunzendorf* infection. *Am. J. Vet. Res.*, **47**, 75-83 (1986).
12. Sato, G. and Terakado, N.: R-factor types found in *Salmonella* typhimurium and *Escherichia coli* isolated from calves in a confined environment. *Am. J. Vet. Res.*, **38**, 743-747 (1977).
13. Simmons, K.W., Wooley, R.E. and Brown, J.: Comparison of virulence factors and R-plasmid of *Salmonella* spp isolated from healthy and ill swine. *Appl. Environ. Microbiol.*, **54**, 760-767 (1988).
14. Tokumaru, M., Konuma, H., Umesako, M., Konno, S. and Shinagawa, K.: Rates of detection of *Salmonella* and *Campylobacter* in meats in response to the sample size and the infection level of each species. *Int. J. Food Microbiol.*, **13**, 41-46 (1990).
15. Uyttendaele, M.R., Debevere, J.M., Lips, R.M. and Neyts, K.D.: Prevalence of *Salmonella* in poultry carcasses and their products in Belgium. *Int. J. Food Microbiol.*, **40**, 1-8 (1998).
16. Vatopous, C.A., Mainas, E. and Balis, E.: Molecular epidemiology of ampicillin-resistant clinical isolates of *Salmonella enteritidis. J. Clin. Microbiol.*, **32**, 1322-1325 (1994).
17. 김호훈, 박미선, 강연호, 김성한, 유재연, 정병곤, 이복권: 1997년도 한국에서 분리된 *Salmonella* 주의 역학적 특성. 한국수의공중보건학회지, **22**, 253-260 (1998).
18. Bokanyi, R.P., Stephen, J.F. and Foster, D.N.: Isolation and characterization of *Salmonella* from broiler carcasses or parts. *Poultry Science,* **69**, 592-598(1990).
19. Threlfall, E.J., Rowe, B. and Ward, L.R.: A comparison of multiple drug resistance in *Salmonellas* from hummans and food animals in England and Wales, 1981 and 1990. *Epidemiol. Infect.*, **111**, 189-197 (1993).
20. 최원필, 이회석, 여상근: 우, 돈에서 분리한 *Salmonella*유래 R plasmid의 유전학적 및 분자생물학적 성상에 관한 연구 : I. 유우에서 *Salmonella*속 균의 분포상황 및 약제내성. 대한수의학회지, **28**, 331-337 (1988).
21. Brunner, F., Margadant, A. and Peduzzi, R.: The plasmid patterns as an epidemiologic tool for *Salmonella typhimurium* epidemics : comparison with the lysotype. *J. Infect. Dis.*, **148**, 7-11 (1983).
22. Kapperud, G., Lassen, J. and Dommarsnes, K.: Comparison of epidemiological marker methods for identification of *Salmonella typhimurium* isolates from an outbreak caused by contaminated chocolate. *J. Clin. Microbiol.*, **27**, 2019-2024 (1989).
23. Swaminathan, B. and Feng, P.: Rapid detection of foodborne pathogenic bacteria. *Annu. Rev. Microbiol.*, **48**, 401-422 (1994).
24. Woodward, M.J., McLaren, I. and Wray, C.: Distribution of virulence plasmids within *Salmonellae. J. General. Microbiol.*, **135**, 503-511 (1989).
25. 김원용, 장영효, 박경윤, 김철중, 신광순, 박용하: 가금에서 분리한 *Salmonella*속 균의 항균물질에 대한 감수성 및 plasmid profile. 대한수의학회지, **35**, 537-542 (1995).
26. 박노찬, 최원필: 비둘기 및 수생조류 유래 *Salmonella typhimurium*의 생물학적 특성과 plasmid profile에 관한 연구. 대한수의학회지, **30**, 203-214 (1990).
27. 최원필, 이회석, 여상근: 우 및 돈에서 분리한 *Salmonella* 유래주 R plasmid의 유전학적 및 분자생물학적 성상에 관한 연구. II. R plasmid의 비적합성 및 plasmid profile. 대한수의학회지, **29**, 59-67 (1989).
28. Hood, S.K. and Zottola, E.A.: Isolation and identification of adherent gram-negative microorganisms from raw meat-processing facilities. *J. Food Prot.*, **60**, 1135-1138 (1997).
29. Mafu, A.A., Higgins, R., Nadeau, M. and Cousineau, G.: The incidence of *Salmonella, Campylobacter*, and *Yersinia enterocolotica* in swine carcasses and slaughterhouse environment. *J. Food Prot.*, **52**, 642-645 (1991).
30. U.S. Food & Drug Administration Center for Food Safety & Applied Nutrition Foodborn Pathogenic Microorganisms and Natural Toxins, Bad Bug Book, (1992).
31. 강호조, 김현주, 박재봉, 신광순, 이영순, 이재일, 홍종해, 백병열, 허병준, 탁원필: 수의공중보건학. p. 96, 한국수의공중보건학회, 수의공중보건학교육협의회 (1996).
32. Food and Drug Administration: Bacteriological Analytical Manual, p. 501, AOAC INTERNATIONAL, 8th ed. (1995).
33. Ewing WH : Edwards and Ewing's identification of enterobacteriaceae. p. 181, Elsevier, 4th ed, New York (1984).
34. Bauer, A.W., Kirby, W.M.M., Sherris, J.C. and Turck, M.: Antibiotic susceptibility testing by a standardized single disk method. *Am. J. Clin. Path.*, **45**, 493-496 (1966).
35. NCCLS: Performance Standards for Antimicrobial Disk Susceptibility tests. 6th ed., National Committe for Clinical Laboratory Standards, Villanova, Pa. (1997).
36. Maniatis, T., Fritsch, E.F. and Sambrook, J.: Molecular cloning, p365, 1st ed, Cold Spring Harbor (1982).
37. Zivkovic, J., Jaksie, S. and Miokovic, B.: Salmonella serovars in chicken meat and chicken meat products in Zagreb, Croatia. *Veterinarski. Arhiv.*, **67**, 169-175 (1997).
38. Lammerding, A.M., Garcia, M.M., Mann, E.D., Robinson, Y., Dorward, W.J., Truscott, R.B. and Tittiger, F.: Prevalence of *Salmonella* and Thermophilic *Campylobacter* in fresh pork, beef, veal and poultry in Canada. *J. Food Prot.*, **51**, 47-52 (1988).
39. Carpenter, J.A., Elliot, J.G. and Reynilds, A.E.: Isolation of Salmonellae from pork carcasses. *Appl. Microbiol.*, **25**,

731-734 (1973).
40. Cross, H.R.: 미국의 식육위생 현황과 HACCP 제도; Nationwide Pork Microbiological Baseline Data Collection Program-Market Hogs. 식육의 안전성 확보와 HACCP 제도. 제 1회 한국 HACCP 연구회 학술세미나. 26-43 (1996).
41. Arvanitidou, M., Tsakris, A., Sofianou, D. and Katsouyannopoulos, V.: Antimicrobial resistance and R-factor transfer of salmonellae isolated from chicken carcasses in Greek hospitals. *Int. J. Food Microbiol.*, **40**, 197-201 (1998).
42. 강신명, 최성민, 김은정, 박석기, 김태종: 돼지분변에서 분리한 살모넬라속 균의 생물 혈청학적 특성 및 항균제 감수성. 한국수의공중보건학회지, **18**, 15-22 (1994).
43. McDonough, P.L., Jacobson, R.H. and Timoney, J.F.: Virulence determinants of *Salmonella typhimurium* from animals sources. *Am. J. Vet. Res.*, **50**, 662-669 (1989).