

닭 분변유래 *E. coli* 및 *Salmonella* spp.의 항생제 내성패턴

이영주* · 김애란¹ · 정석찬¹ · 송시욱¹ · 김재홍¹

경북대학교 수의과대학

¹국립수의과학검역원

(게재승인: 2005년 2월 13일)

Antibiotic resistance pattern of *E. coli* and *Salmonella* spp. isolated from chicken feces

Young-Ju Lee*, Ae-Ran Kim¹, Suk-Chan Jung¹, Si-Wook Song¹, Jae-Hong Kim¹

College of Veterinary Medicine, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea

¹National Veterinary Research and Quarantine Service, MAF, Anyang 430-824, Korea

(Accepted: February 13, 2005)

Abstract : The purpose of this study was to investigate the antibiotic resistance pattern of *E. coli* and *Salmonella* spp. isolated from chicken feces. One hundred and forty-seven *E. coli* isolates showed resistance to tetracycline (95.2%), erythromycin (89.2%), ampicillin (70.1%), streptomycin (59.2%), cephalothin (56.5%), sulfamethoxazole/trimethoprim (53.7%), ciprofloxacin (57.1%), enrofloxacin (59.2%) and norfloxacin (57.1%). The multiple resistance was seen in 144 isolates (97.9%) and the rate of five, six and seven drugs resistance pattern were 20.4%, 18.4% and 16.3%, respectively. Also, the multiple resistance of *E. coli* to twelve drugs were seen in 1 isolates (0.7%). Fourteen *Salmonella* spp. showed resistance to ampicillin (50.0%), streptomycin (57.1%), erythromycin (64.3%) and tetracycline (57.1%) and the rate of two and three drugs resistance pattern were 4 isolates (28.6%), respectively. The prevalence of resistant organisms in Korea probably reflects lack of proper antibiotic policy resulting in prolonged and indiscriminate use of antimicrobial agents.

Key words : antibiotic resistance, chicken feces, *E. coli*, *Salmonella*

서 론

국내 축산분야에 있어서 항생제의 오·남용은 약제내성균 출현으로 인한 환축의 치료효율 저하와 축산물에서의 잔류로 인한 국내·외 인체병원에서의 약제내성균 출현 및 동물유래 약제내성균의 인체 전파가능성 제기 등 많은 문제점을 야기시키고 있다 [3, 4, 28]. 특히 최근에는 국내·외적으로 methicillin resistance *Staphylococcus aureus*(MRSA), vancomycin resistance *Staphylococcus aureus*(VRSA), vancomycin resistance *Enterococci*(VRE), *Salmonella typhimurium* DT104 등과 같은 약제내성을 가진 “수퍼박테리아”의 출현이 증가되어 사회적인 문제

로 확산되고 있는 상황이다 [6, 11, 13, 24]. 따라서 이미 선진국에서는 항생제의 체계적 유통, 사용 및 적절한 관리시스템 등을 서둘러 확립하고 있으며, 항생제에 대한 축산 농장내 control program을 운영하여 내성균 전파방지 및 사람에서 문제시 되고 있는 내성균과 동물유래 내성균의 표현형, 유전형 등의 특성 비교분석 및 내성균의 주요 전파기전인 conjugative plasmid나 transposon 등에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다 [17, 32].

세계보건기구(WHO)에서는 사람의 의료분야에서 약제내성 발생 원인이 식용동물의 항균성물질 사용에 기인한다고 판단하여 식용동물에서의 항균성물질 사용금지 또는 제한하려는 캠페인을 전개하고 있다. 그러나

이 연구는 2003년도 식품의약품안전청에서 시행한 용역연구개발사업의 지원에 의하여 수행되었음.

*Corresponding author: Young-Ju Lee

College of Veterinary Medicine, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea
[Tel: +82-53-950-7793, Fax: +82-505-950-7793, E-mail: youngju@mail.knu.ac.kr]

식용동물 매개성 병원균의 약제내성에 관한 과학적인 모니터링 정보는 현재까지도 충분하지 못하며, 따라서 항생제내성 안전관리를 위한 과학적이고 체계적인 조사에 근거한 전체적인 실태파악이 선행되어야 한다. 이러한 이유로서 미국 FDA에서는 21세기 공공보건에 가장 큰 위협을 끼치는 항생제 내성균 출현 연구를 위해 1996년부터 체계화된 연구를 실시하는 등 전 세계가 항생제 내성문제에 적극 대처하고 있다 [22]. 국내에서도 2003년부터 「국가 항생제 내성안전관리 사업」을 시작하여, 사람, 축산, 어류 및 환경으로부터 다양한 병원성 세균을 분리하여 내성균 분포현황과 패턴을 분석하는 연구가 본격적으로 추진되고 있으며, 이러한 연구는 추후 항생제 내성균의 인체교차 내성 및 위험성 등 국내 항생제 내성균 안전관리를 위한 과학적인 실태파악의 중요한 자료가 될 수 있을 것으로 판단된다.

본 연구는 「국가항생제내성안전관리 사업」 중 ‘축산용 항생제 관리시스템 구축’의 일환으로 진행된 동·축산물 유통 세균들의 항생제 내성균(울) 조사를 위한 1년 차 시험결과와 일부로, 닭 분변유래 *E. coli* 및 *Salmonella* spp.에 대한 항생제 내성균의 분포현황 및 내성패턴을 분석한 결과이다.

재료 및 방법

대상농장 및 공시재료

2003년 3월부터 11월까지 경기도, 충청북도, 전라북도, 전라남도 및 경상북도 5개 지역의 4개 종계농장과 7개 육계농장을 대상으로 균분리를 실시하였다. 각각의 농장별로 바닥에 떨어져 있는 신선분변 약 5g을 하나의 시료로 하였으며, 각 농장 별로 10개의 시료를 채취하여 냉장 운반하고 이를 대상으로 *E. coli*와 *Salmonella* spp.를 분리하였다.

균분리 및 동정

균분리는 「축산물의 가공기준 및 성분규격」[1]의 방법을 참고하여 수행하였다. *E. coli*는 증균배양없이 분변을 MacConkey agar (Difco, USA)에 직접 도말하여 37°C에서 18-24시간 배양하여, 붉은 벽돌색 집락을 EMB agar (Difco, USA)에 재도말하고 37°C에서 24시간 배양한 후 급속성의 광택집락에 대하여 그람염색, MUG 시험, IMViC 시험, 유당으로부터 가스생성시험을 실시하여 최종 동정하였다. *Salmonella*의 분리 및 동정을 위해서는 Buffered Peptone Water (Difco, USA) 9 ml에 분변 1g을 넣어 균질화한 후, 37°C에서 16-20시간 배양하였다. 증균액 0.1 ml을 10 ml의 Rappaport-Vassiliadis R10 Broth (Merck, USA)에 재접종하여 42°C에서 18-24시간 배양

한 후, Rambach agar (Merck, USA)에 도말하고 이를 37°C에서 18-24시간 배양하였다. 본 균의 최종동정은 Ewing [12] 방법에 따라 균체항원(O) 및 편모항원(H)에 대한 응집반응을 실시하여 확인하였다. 하나의 시료에서 3-5개의 의심되는 집락을 선발하였으며, 그 중 최종 확인된 집락 2개에 대하여 항생제내성 시험을 실시하고 내성경향이 동일한 경우는 동일 균주로 판단하고 하나의 균주로 하였다.

항생제 내성시험

분리균에 대한 항생제내성시험은 디스크확산법으로 실시하였으며, 사용된 BBL antibiotic disc는 Becton-Dickinson(USA)에서 판매하는 18종의 항생제로, ampicillin (AM), amoxicillin/clavulanic acid(AmC), cephalothin(CF), cefazolin(CZ), cefoxitin(FOX), cefotaxime(CTX), cefepime (FEP), imipenem(IPM), streptomycin(S), gentamicin(GM), amikacin(AN), ciprofloxacin(CIP), enrofloxacin(ENO), norfloxacin(NOR), trimethoprim/sulfamethoxazole(SXT), erythromycin(E), chloramphenicol(C) 및 tetracycline(TE)이었다. 시험방법으로 분리균주를 Mueller hinton broth (Difco, USA)에 배양한 후 균 농도를 McFarland No. 0.5로 조정하고, 멸균 면봉을 이용하여 두께가 약 4 mm인 Mueller-hinton agar (Difco, USA)에 도포하였다. 균액의 도말 후 15분 이내에 항생제 disc를 dispenser로 접종하였으며, 37°C에서 16-18시간 배양한 후 균 억제대의 크기를 관찰하여 내성여부를 판정하였다. 분리균의 내성범위는 NCCLS [21]의 기준에 따라 판정하였으며, 내성패턴의 분석은 중간내성은 제외시키고 완전한 내성을 나타내는 균주만을 대상으로 하였다.

결 과

닭 분변유래 항생제 내성균 분포를 조사하기 위하여 균분리를 실시한 결과는 Table 1과 같다. 4개 종계농장 40개 분변시료에서 *E. coli* 53주와 *Salmonella* spp. 4주를 분리하였으며, 7개 육계농장의 70개 분변시료에서는 각 균주별로 각각 94주 및 10주를 분리하였다. 종계 및 육계의 품종에 따른 분리율의 차이는 확인되지 않았지만 *Salmonella*의 경우 종계에서는 *S. gallinarum*이, 육계에서는 *S. gallinarum*, *S. heidelberg*와 *S. enteritidis*가 분리되었다.

분리된 *E. coli* 147주에 대한 항생제 내성시험 결과는 Table 2와 같다. 분리균의 50% 이상이 내성을 나타내는 항생제는 9종(50.0%)으로 그 중 TE에 대하여 140주(95.2%)가 내성을 보여 가장 높은 내성율을 나타내었으며, E에 131주(89.2%), AM에 107주(70.1%), S에 87주

Table 1. *E. coli* and *Salmonella* spp. isolated from chicken feces

Breeds	Farms	Age (days)	Flock size	No. of fecal sample	No. of isolates	
					<i>E. coli</i>	<i>Salmonella</i> spp.*
Breeder	IJ	154	30,000	10	16	0
	ST	420	8,800	10	16	0
	GL	385	20,000	10	17	0
	SJ	280	4,000	10	4	4 (<i>S. gallinarum</i>)
	Subtotal	-	-	40	53	4
Broiler	KHS	35	25,000	10	15	0
	OKD	35	10,800	10	13	0
	YKD	35	80,000	10	12	4 (<i>S. gallinarum</i>)
	LDS	35	5,000	10	13	0
	KCJ	35	10,800	10	15	0
	KJO	27	70,000	10	15	4 (<i>S. heidelberg</i>)
	CDS	7	120,000	10	11	2 (<i>S. enteritidis</i>)
Subtotal	-	-	70	94	10	
Total				110	147	14

*No. of isolates (species identified).

Table 2. Antibiotic resistance frequency of *E. coli*

No. of isolates tested	Type	No. of resistant isolates (%) [*]																	
		AM	AmC	CF	CZ	FOX	CTX	FEP	IMP	S	GM	AN	CIP	ENO	NOR	SXT	E	C	TE
147	Resistance	103 (70.1)	1 (0.7)	83 (56.5)	2 (1.4)	2 (1.4)	1 (0.7)	0 (0)	1 (0.7)	87 (59.2)	40 (27.2)	1 (0.7)	84 (57.1)	87 (59.2)	84 (57.1)	79 (53.7)	131 (89.2)	21 (14.3)	140 (95.2)
	Intermediate	10 (6.8)	47 (32.0)	51 (34.7)	27 (18.4)	1 (0.7)	3 (2.0)	0 (0)	0 (0)	42 (28.6)	0 (0)	1 (0.7)	21 (14.3)	20 (13.6)	10 (6.8)	10 (6.8)	16 (10.9)	6 (4.1)	2 (1.4)

^{*}AM, ampicillin; AmC, amoxicillin/clavulanic acid; CF, cephalothin; CZ, ceftazidime; FOX, cefoxitin; CTX, cefotaxime; FEP, cefepime; IMP, imipenem; S, streptomycin; GM, gentamicin; AN, amikacin; CIP, ciprofloxacin; ENO, enrofloxacin; NOR, norfloxacin; SXT, trimethoprim/sulfamethoxazole; E, erythromycin; C, chloramphenicol; TE, tetracycline.

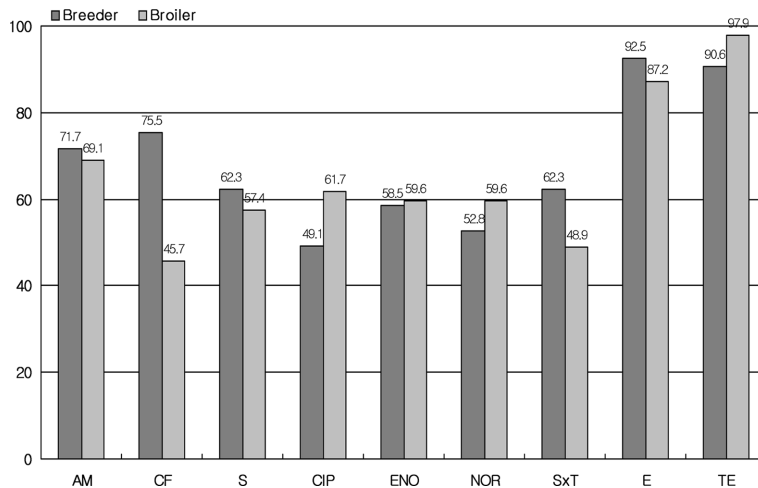


Fig. 1. Comparison of antibiotic resistance of *E. coli* isolates by breeds.

[AM: ampicillin, CF: cephalothin, S: streptomycin, CIP: ciprofloxacin, ENO: enrofloxacin, NOR: norfloxacin, SxT: trimethoprim/sulfamethoxazole, E: erythromycin, TE: tetracycline].

Table 3. Distribution of resistance patterns of *E. coli* isolates

No. of antibiotics	Resistance patterns*	No. of isolates (%)
12	AM, AMC, CF, CZ, FOX, CTX, S, CIP, ENO, NOR, C, TE Subtotal	1(0.7) 1(0.7)
10	AM, CF, FOX, S, GM, CIP, ENO, NOR, SXT, TE Subtotal	1(0.7) 1(0.7)
9	AM, CF, S, GM, CIP, ENO, NOR, SXT, TE	3(2.0)
	AM, CF, S, CIP, ENO, NOR, SXT, C, TE	2(1.4)
	AM, CF, GM, CIP, ENO, NOR, SXT, C, TE Subtotal	1(0.7) 6(4.1)
8	AM, CF, S, GM, CIP, ENO, NOR, TE	1(0.7)
	AM, CF, S, GM, CIP, NOR, SXT, TE	1(0.7)
	AM, CF, S, CIP, ENO, SXT, C, TE	1(0.7)
	AM, CF, S, CIP, NOR, SXT, C, TE	1(0.7)
	AM, CF, S, CIP, ENO, NOR, SXT, TE	7(4.8)
	AM, CF, GM, CIP, ENO, NOR, SXT, TE	1(0.7)
	AM, CF, CIP, ENO, NOR, SXT, C, TE	2(1.4)
	AM, S, GM, CIP, ENO, NOR, SXT, TE	1(0.7)
	CF, GM, CIP, ENO, NOR, SXT, C, TE Subtotal	1(0.7) 16(10.9)
7	AM, CF, S, GM, CIP, ENO, NOR	1(0.7)
	AM, CF, S, CIP, ENO, NOR, TE	5(3.4)
	AM, CF, CIP, ENO, NOR, SXT, TE	7(4.8)
	AM, S, GM, CIP, ENO, NOR, TE	2(1.4)
	AM, S, GM, CIP, NOR, SXT, TE	2(1.4)
	AM, S, CIP, ENO, NOR, SXT, TE	1(0.7)
	AM, GM, CIP, ENO, NOR, SXT, TE	1(0.7)
	AM, CIP, ENO, NOR, SXT, C, TE	1(0.7)
	CF, S, CIP, ENO, NOR, SXT, TE	3(2.0)
	S, CIP, ENO, NOR, SXT, C, TE	1(0.7)
	Subtotal	24(16.3)
6	AM, CF, CZ, CIP, NOR, C	1(0.7)
	AM, CF, S, GM, SXT, TE	2(1.4)
	AM, CF, S, GM, ENO, TE	1(0.7)
	AM, CF, S, CIP, NOR, TE	1(0.7)
	AM, CF, S, SXT, C, TE	1(0.7)
	AM, CF, GM, ENO, SXT, TE	1(0.7)
	AM, CF, CIP, ENO, NOR, TE	1(0.7)
	AM, CF, CIP, NOR, SXT, TE	1(0.7)
	AM, CF, CIP, NOR, C, TE	1(0.7)
	AM, CF, ENO, NOR, SXT, C	1(0.7)
	AM, IPM, S, GM, C, TE	1(0.7)
	AM, S, GM, ENO, SXT, TE	2(1.4)
	AM, S, GM, CIP, NOR, TE	1(0.7)
	AM, S, CIP, ENO, NOR, TE	2(1.4)
	AM, S, CIP, ENO, SXT, TE	1(0.7)
	AM, S, CIP, NOR, SXT, TE	1(0.7)
	AM, S, CIP, SXT, C, TE	1(0.7)
	AM, CIP, ENO, NOR, SXT, TE	1(0.7)
	CF, S, CIP, ENO, NOR, TE	2(1.4)
	CF, CIP, ENO, NOR, SXT, TE	1(0.7)
S, GM, CIP, ENO, NOR, TE	1(0.7)	
S, CIP, ENO, NOR, SXT, TE	1(0.7)	
CIP, ENO, NOR, SXT, C, TE Subtotal	1(0.7) 27(18.4)	

*AM, ampicillin; AmC, amoxicillin/clavulanic acid; CF, cephalothin; CZ, ceftazidime; FOX, cefoxitin; CTX, cefotaxime; FEP, cefepime; IPM, imipenem; S, streptomycin; GM, gentamicin; AN, amikacin; CIP, ciprofloxacin; ENO, enrofloxacin; NOR, norfloxacin; SXT, trimethoprim/sulfamethoxazole; E, erythromycin; C, chloramphenicol; TE, tetracycline.

Table 3. Continued

No. of antibiotics	Resistance patterns*	No. of isolates (%)
5	AM, CF, S, ENO, TE	2(1.4)
	AM, CF, S, SXT, TE	3(2.0)
	AM, CF, GM, SXT, TE	1(0.7)
	AM, CF, SXT, C, TE	1(0.7)
	AM, S, GM, SXT, TE	4(2.7)
	AM, S, CIP, ENO, TE	1(0.7)
	AM, S, CIP, NOR, TE	3(2.0)
	AM, S, ENO, SXT, TE	1(0.7)
	AM, GM, SXT, C, TE	1(0.7)
	AM, CIP, ENO, NOR, TE	2(1.4)
	AM, CIP, NOR, SXT, TE	1(0.7)
	AM, GM, ENO, SXT, TE	1(0.7)
	CF, S, GM, ENO, TE	2(1.4)
	CF, S, CIP, ENO, NOR	2(1.4)
	CF, S, CIP, NOR, TE	1(0.7)
	S, CIP, ENO, NOR, TE	2(1.4)
	S, CIP, NOR, SXT, TE	1(0.7)
CIP, NOR, SXT, C, TE	1(0.7)	
Subtotal	30(20.4)	
4	AM, CF, S, TE	1(0.7)
	AM, CF, NOR, TE	1(0.7)
	AM, CF, SXT, TE	4(2.7)
	AM, S, GM, TE	1(0.7)
	AM, GM, ENO, TE	1(0.7)
	AM, ENO, SXT, TE	1(0.7)
	CF, S, SXT, TE	1(0.7)
	CF, GM, ENO, TE	1(0.7)
	CF, CIP, ENO, NOR	1(0.7)
	CF, ENO, SXT, TE	1(0.7)
	S, ENO, NOR, TE	1(0.7)
Subtotal	14(9.5)	
3	AM, CF, TE	3(2.0)
	AM, S, TE	1(0.7)
	AM, SXT, TE	2(1.4)
	CF, S, TE	2(1.4)
	CF, SXT, TE	1(0.7)
	CF, NOR, TE	1(0.7)
	S, AN, TE	1(0.7)
	S, ENO, TE	2(1.4)
	CIP, NOR, TE	3(2.0)
Subtotal	16(10.9)	
2	AM, TE	3(2.0)
	CF, TE	1(0.7)
	S, ENO	2(1.4)
	ENO, TE	3(2.0)
Subtotal	9(6.1)	
1	TE	3(2.0)
Subtotal	3(2.0)	
0	Subtotal	0(0)

*AM, ampicillin; AmC, amoxicillin/clavulanic acid; CF, cephalothin; CZ, ceftazidime; FOX, cefoxitin; CTX, cefotaxime; FEP, cefepime; IPM, imipenem; S, streptomycin; GM, gentamicin; AN, amikacin; CIP, ciprofloxacin; ENO, enrofloxacin; NOR, norfloxacin; SXT, trimethoprim/sulfamethoxazole; E, erythromycin; C, chloramphenicol; TE, tetracycline.

(59.2%), CF에 83주(56.5%) 및 SXT에 79주(53.7%)가 내성율을 보였고 fluoroquinolone계열인 CIP, ENO 및 NOR

에 대하여도 각각 57.1%, 59.2% 및 57.1%의 유사한 내성율을 나타내었다. 또한 AmC에 32.0%, CF에 34.7%,

Table 4. Antibiotic resistance frequency of *Salmonella* spp.

No. of isolates tested	Type	No. of resistant isolates (%) [*]																	
		AM	AmC	CF	CZ	FOX	CTX	FEP	IMP	S	GM	AN	CIP	ENO	NOR	SXT	E	C	TE
14	Resistance	7 (50.0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	8 (57.1)	0 (0)	0 (0)	1 (7.1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	9 (64.3)	0 (0)	8 (57.1)
	Intermediate	0 (0)	2 (14.3)	1 (7.1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (7.1)	0 (0)	0 (0)

^{*}AM, ampicillin; AmC, amoxicillin/clavulanic acid; CF, cephalothin; CZ, ceftazidime; FOX, cefoxitin; CTX, cefotaxime; FEP, cefepime; IMP, imipenem; S, streptomycin; GM, gentamicin; AN, amikacin; CIP, ciprofloxacin; ENO, enrofloxacin; NOR, norfloxacin; SXT, trimethoprim/sulfamethoxazole; E, erythromycin; C, chloramphenicol; TE, tetracycline.

Table 5. Distribution of resistance patterns of *Salmonella* isolates

No. of antibiotics	Resistance patterns [*]	No. of isolates (%)
3	AM, S, TE	4(28.6)
	Subtotal	4(28.6)
2	S, TE	4(28.6)
	Subtotal	4(28.6)
1	AM	3(21.4)
	CIP	1(7.1)
	Subtotal	4(28.6)

^{*}AM, ampicillin; S, streptomycin; CIP, ciprofloxacin; TE, tetracycline.

S에 28.6% 및 CZ에 18.4%의 높은 중간내성율을 확인할 수 있었다.

분리주의 50% 이상이 내성을 보인 9종의 항생제에 대한 닭 품종별 내성양상을 비교한 결과는 Fig. 1과 같다. CF 및 SXT 약제에 대하여 종계 및 육계유래 분리균의 각각 75.5% 및 45.7%, 62.3% 및 48.9%가 내성을 보여 종계유래 균주의 내성율이 높음을 알 수 있었으며, 반면 fluoroquinolone 계열인 CIP 및 NOR의 경우 종계 및 육계유래 *E. coli*가 각각 49.1% 및 61.7%, 52.8% 및 59.6%의 내성율을 보여 육계유래 균주의 내성이 더 높음을 알 수 있었다. 그러나 대부분 시험 항생제에 대하여 닭 품종별 내성율에 큰 차이를 발견할 수는 없었다.

*E. coli*의 18종 항생제에 대한 내성 양상의 분석 결과는 Table 3과 같다. 시험균주 모두 1개 이상의 항생제에 대하여 내성을 가지고 있음이 확인되었으며, 2종 이상의 항생제에 대하여 다제내성을 나타내는 균은 144주(97.9%)이었다. 5종, 6종 및 7종의 항생제에 대한 다제내성 균주는 각각 30주(20.4%), 27주(18.4%) 및 24주(16.3%)로 다제내성형중 가장 높게 나타남을 알 수 있었으며, 10종 및 12종 항생제에 대하여 다제내성을 나

타내는 균주도 각각 1주(0.7%) 씩 확인되었다.

분리된 *Salmonella* spp. 14주에 대한 항생제 내성 시험 결과는 Table 4와 같다. AM에 7주(50.0%), S에 8주(57.1%), E에 9주(64.3%) 및 TE에 8주(57.1%)가 내성을 나타냄을 알 수 있었으며, *E. coli*와는 달리 fluoroquinolone계 항생제인 CIP에서 1주(7.1%)가 내성을 보였다.

분리된 *Salmonella* spp. 14주 중 12주(85.7%)가 1개 이상의 항생제에 대하여 내성을 보였으며, 2종 및 3종 항생제에 대한 다제내성균은 각각 4주(28.6%) 씩이었고 4종 이상의 다제내성균은 확인되지 않았다(Table 5).

고 찰

닭 분변유래 147주의 *E. coli*를 대상으로 18종 항생제에 대한 내성시험을 실시한 결과, *E. coli*의 경우 AM, S, CF, E, TE, SXT와 fluoroquinolone계열인 CIP, ENO 및 NOR에 대하여 높은 내성이 확인되었다. Cephalosporin 항생제의 경우 1세대 cepha계인 CF에 대한 높은 내성율(56.5%) 및 CZ에 대한 중간내성율(18.4%)를 제외하고는, 2세대 항생제인 FOX, 3세대인 CTX, 4세대인 FEP에 대하여 내성균의 발생이 적었으며, 이를 하 등 [5]이 보고한 축산 및 수산분야의 항생물질 사용 실태 조사 결과로 분석시 국내 cepha 계열의 항생제 사용량이 다른 항생제와 비교하여 높지 않기 때문인 것으로 생각된다. 또한 본 연구 결과 *E. coli* 시험균주에 대한 AN의 내성율은 1%로 낮았는데, 이는 국내 여러 연구자들 [2, 3, 10]의 높은 감수성율과도 유사한 결과로 Price 등 [25]이 AN은 균이 분비하는 aminoglycoside계 불활화 효소에 가장 안정한 계열의 항생제로 쉽게 내성이 발생하지 않는다고 보고한 것에서 그 원인을 찾아볼 수 있을 것이다.

Fluoroquinolone계의 항균제에 대한 내성율은 57.1-59.2%로 높게 나타났으며, 이는 경구접종으로도 그람 음

성균에 높은 효과를 나타내는 본 제제의 특성상 국내에서 치료 및 예방 목적으로 무분별하게 사용된 결과로 판단되어지며, Lee 등 [16]이 1995년부터 2001년까지 *Salmonella gallinarum*을 대상으로 fluoroquinolone계에 대한 내성율을 조사하였을 때 1995년 분리주는 0% 내성을 나타내었으나 2001년 분리주에서는 93.5%의 내성율을 보였던 바, 본 약제에 대한 내성균의 출현은 근년에 이르러 급격히 증가되고 있음을 추측할 수 있다.

TE에 대하여는 분리된 *E. coli*의 95.2%가 내성을 나타내었으며 이는 TE제제가 사료첨가용으로 국내에서 많이 사용되어 본 약제에 지속적으로 노출되기 때문인 것으로 생각된다. Longlois 등 [18]의 보고에 따르면 TE의 경우 금지된 이후에도 몇 년간 지속적으로 내성균이 존재하는 것을 알 수 있으며, TE을 사료첨가제로 사용하지 않았던 농가에서도 TE의 내성율이 90%로 보고되고 있어 치료용 및 기타 목적으로 사용된 TE에 이미 내성을 획득한 균은 본 항생제의 사용이 중단되어도 지속적으로 농가에 존재하는 것으로 추측된다.

Mastour 등 [19] 사우디아라비아의 닭 분변유래 *E. coli*의 99.1%가 TE에, 88.7%가 AM에 내성을 나타냄을, Lanz 등 [15]은 스위스의 닭 분변유래 *E. coli*가 TE에 26.0% 및 AM에 11%의 내성율만을 나타내었다고 보고하였다. 또한 Guerra 등 [14]은 독일의 돼지와 닭분변 유래 *E. coli*의 CIP에 대한 감수성 실험에서 공시균의 14.0%가 내성을 나타냄을, Saenz 등 [26]은 스위스의 닭유래 *E. coli*의 38.8%가 내성을 나타냄을 보고하였고, Orden 등 [23]은 스웨덴의 닭 분변유래 *E. coli*의 ENO에 대한 내성율이 11.8%임을 보고하여, 국내의 높은 내성율과 비교시 상대적으로 fluoroquinolone에 대한 내성율이 낮음을 알 수 있었다. 이러한 내성율의 차이는 각 국가별 항균제 종류 및 사용량 등 항균제의 사용패턴에 기인된 것으로 판단되며 [7, 20, 27, 29, 33], 유럽 등을 비롯한 선진국에서는 이미 오래전부터 항균제 오남용에 의한 내성균출현 모니터링을 실시하고 그 결과를 바탕으로 항균제에 대한 내성율의 증감을 분석하여 항균제 사용량 감소 등 철저한 관리를 실시한 결과로 생각된다 [9, 8, 30].

다제내성균의 출현 또한 항생제 사용실태와 무관하지 않음을 알 수 있으며, 특히 여러 가지 부작용으로 사용이 금지되어 온 C에 대하여 분리된 *E. coli*의 14.3%가 내성을 보였는 바, C의 경우 단독으로 내성을 나타내는 경우는 없었으며 국내 높은 내성을 나타내는 TE 및 SXT 등과 동시에 내성을 나타내는 것으로 보아 동일한 plasmid 내 내성 gene의 존재 여부에 대하여 추가적인 연구가 필요할 것으로 판단된다.

본 연구 결과, 닭 품종별 *E. coli*의 분리주의 약제별 내성율에 차이를 발견할 수 있었으나 품종별 약제사용

실태 등의 조사가 이루어지지 않아 뚜렷한 원인을 도출할 수는 없었다. 그러나 국내 전반적인 약제내성 패턴을 고려하면 닭 품종 별 내성율의 차이 또한 농장 별로 주로 사용되는 약제의 사용량에 기인할 것으로 판단된다.

본 연구에서 닭 분변유래 *Salmonella* spp.는 14주만이 분리되었고, *E. coli*와는 다르게 항생제 내성율 및 내성양상이 크게 높지는 않았지만 다수의 분리균을 대상으로 하였을 때는 어떠한 내성양상이 도출될지는 알 수 없으며, 본 균에 대하여는 앞으로 더욱더 조사가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

결 론

닭 분변유래 *E. coli* 및 *Salmonella* spp.에 대한 항생제 내성균 분포 및 항생제 내성패턴을 조사하기 위하여 전국의 4개 중계농장 및 9개 육계농장으로부터 *E. coli* 147주 및 *Salmonella* spp. 14주를 분리하였다. *E. coli* 147주에 대한 항생제 내성시험 결과, TE에 95.2%, E에 89.2%, AM에 70.1%, S에 59.2%, CF에 56.5% 및 SXT에 53.7%가 내성을 나타내었으며, fluoroquinolone계인 CIP, ENO 및 NOR에 대하여도 각각 57.1%, 59.2% 및 57.1%의 유사한 내성율을 나타내었다. 18종 항생제에 대한 *E. coli*의 내성패턴을 분석하였을 때, 2종 이상의 항생제에 대한 다제내성균은 144주(97.9%)이었고 그 중, 5종, 6종 및 7종의 항생제에 대한 다제내성 균주는 각각 30주(20.4%), 27주(18.4%) 및 24주(16.3%)로 가장 높았으며 10종 및 12종 항생제에 대하여 다제내성을 나타내는 균주도 각각 1주(0.7%) 씩 확인되었다. 분리된 *Salmonella* spp. 14주에 대한 항생제 내성시험 결과, AM에 50.0%, S에 57.1%, E에 64.3% 및 TE에 57.1%가 내성을 나타내었으며, 2종 및 3종 항생제에 대한 다제내성균이 각각 4주(28.6%) 씩 확인되었다. 본 연구 결과 닭 분변유래 세균들의 높은 항생제 내성율 및 다제내성 경향을 확인할 수 있었으며, 향후 항균제의 오남용에 대한 강력한 사용규제 및 대책수립이 있어야 할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 국립수의과학검역원. 국립수의과학검역원 고시 제 2002-3호: 축산물의 가공기준 및 성분규격. 2002, 150-181.
2. 김종만, 진남섭, 김종완, 진영화, 이희수, 권창희, 우승룡, 이해천, 박종명, 김재학, 이재진. 가축의 설사변에서 분리한 대장균과 살모넬라균의 항균물질 감수성과 마우스에서의 치료효과. 대한수의학회지. 1997, 37, 389-404.

3. **윤은선, 박석기, 오형희, 김태중.** 동물원의 야생동물 분변에서 분리한 살모넬라균의 생물형, 혈청형 및 약제감수성. 대한수의학회지. 1994, **34**, 267-273.
4. **이경원.** 국내항생물질 내성균 모니터링. 국립독성연구원 용역최종보고서. 2002, 23-25.
5. **하준일, 홍기성, 송시욱, 정석찬, 민영식, 신형철, 이기욱, 임경중, 박종명.** 축산 및 수의분야의 항생물질 사용실태 조사. 한국수의공중보건학회지. 2003, **27**, 205-217.
6. **Albertini MT, Benoit C, Berardi L, Berrouane Y, Boisivon A, Cahen P, Cattoen C, Costa Y, Darchis P, Deliere E, Demontrond D, Golliot F, Grise G, Harel A, Koeck JL, Lepennec MP, Malbrunot C, Marcollin M, Maugat S, Nouvellon M, Pangon B.** Surveillance of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) and *Enterobacteriaceae* producing extended-spectrum beta-lactamase (ESBLE) in Northern France a five-year multicentre incidence study. J Hosp Infect 2002, **52**, 107-113.
7. **Chaslus DE, Gerbaud G, Lagorce M, Lafont JP, Courvalin P.** Persistence of an antibiotic resistance plasmid in intestinal *Escherichia coli* of chickens in the absence of selective pressure. Antimicrob Agent and Chemother 1987, **31**, 784-788.
8. **Chiou CS, Jones AL.** Expression and identification of *strA-strB* gene pair from streptomycin-resistant *Erwinia amylovira*. Gene 1995, **152**, 47-51.
9. **Chulasiri M, Suthienkul O.** Antimicrobial resistance of *Escherichia coli* isolated from chickens. Vet Microbiol 1989, **21**, 189-194.
10. **Chung ME, Yeo SG.** Distribution of antimicrobial resistance and properties of R-plasmid in *E. coli* isolated from pigs. Korean J Vet Res 1994, **34**, 759-868.
11. **Esaki H, Morioka A, Kojima A, Ishihara K, Asai T, Tamura Y, Izumiya H, Terajima J, Watanabe H, Takahashi T.** Epidemiological Characterization of *Salmonella Typhimurium* DT104 Prevalent among Food-Producing Animals in the Japanese Veterinary Antimicrobial Resistance Monitoring Program (1999-2001). Microbiol Immunol 2004, **48**, 553-556.
12. **Ewing WH.** Edwards and Ewing's Identification of *Enterobacteriaceae*, 4th ed. pp. 181-318, Elsevier, Amsterdam, 1996.
13. **FDA.** Center for drug evaluation and research. Antimicrobial Resistance. 2003.
14. **Guerra B, Junker E, Schroeter A, Malorny B, Lehmann S, Helmuth R.** Phenotypic and genotypic characterization of antimicrobial resistance in German *Escherichia coli* isolates from cattle, swine and poultry. J Antimicrob Chemother 2003, **52**, 489-492.
15. **Lanz R, Kuhnert P, Boerlin P.** Antimicrobial resistance and resistance gene determinants in clinical *Escherichia coli* from different animal species in Switzerland. Vet Microbiol 2003, **91**, 73-84.
16. **Lee YJ, Kim KS, Kwon YK, Tak RB.** Biochemical characteristics and antimicrobials susceptibility of *Salmonella gallinarum* isolated in Korea. J Vet Sci 2003, **4**, 161-166.
17. **Liebana E, Garcia-Migura L, Clouting C, Clifton-Hadley FA, Lindsay E, Threlfall EJ, McDowell SW, Davies RH.** Multiple genetic typing of *Salmonella enterica* serotype *typhimurium* isolates of different phage types (DT104, U302, DT204b, and DT49) from animals and humans in England, Wales, and Northern Ireland. J Clin Microbiol 2002, **40**, 4450-4456.
18. **Longlois BE, Dawson KA, Leak I, Aaron DK.** Antimicrobial resistance of fecal coliforms from pigs in a herd not exposed to antimicrobial for 126 months. Vet Microbiol 1988, **18**, 147-153.
19. **Mastour S, Al-Ghamdi FE, Zaki H, Al Mustafa A, Mohammad H.** Antibiotic resistance of *Escherichia coli* isolated from poultry workers, patients and chicken in the eastern province of Saudi Arabia. Tropical Medicine and International Health 1999, **4**, 278-283.
20. **Mathew AG, Saxton AM, Upchurch WG, Chatin SE.** Multiple Antibiotic Resistance Patterns of *Escherichia Coli* Isolated from Swine farms. Appl Environ Microbiol 1999, **65**, 2770-2772.
21. **National Committee for Clinical Laboratory Standards.** Methods for Dilution Antimicrobial Susceptibility Test for Bacteria That Grow Aerobically; Approved Standard, 5th ed. M7-A5. 2000.
22. **OIE, European Scientific Conference.** The use of antibiotics in animals ensuring the protection of public health. 1999.
23. **Orden JA, Ruiz-Santa-Quiteria JA, Cid D, Diez R, Martinez S, de la Fuente R.** Quinolone resistance in potentially pathogenic and non-pathogenic *Escherichia coli* strains isolated from healthy ruminants. J Antimicrob Chemother 2001, **48**, 421-424.
24. **Ozawa Y, Tanimoto K, Nomura T, Yoshinaga M, Arakawa Y, Ike Y.** Vancomycin-resistant enterococci in humans and imported chickens in Japan. Appl Environ Microbiol 2002, **68**, 6457-6461.
25. **Price KE, Defuria MD, Pursiano TA.** Amikacin, an aminoglycoside with marked activity against antibiotic-resistant clinical isolates. J Infect Dis 1976, **134**, 249-

- 261.
26. **Saenz Y, Zarazaga M, Brinas L, Lantero M, Ruiz-Larrea F, Torres C.** Antibiotic resistance in *Escherichia coli* isolates obtained from animals, food and humans in Spain. *Int J Antimicrob Agents* 2001, **18**, 353-358.
27. **Schwarz S, Chaslus-Dancla E.** Use of antimicrobials in veterinary medicine and mechanisms of resistance. *Vet Res* 2001, **32**, 201-225.
28. **Song JH.** Emerging infectious disease due to microbial adaptation : Emergence and spread of antimicrobial resistance. *Korean J Infect Dis* 1999, **31**, 79-87.
29. **Sorum H, Sunde M.** Resistance to antibiotics in the normal flora of animals. *Vet Res* 2001, **32**, 227-241.
30. **Tanaka MK, Ishihara K, Morioka A, Kojima A, Ohzono T, Ogikubo K, Takahashi K, Tamur YA.** National surveillance of antimicrobial resistance in *Escherichia coli* isolated from food-producing animals in Japan. *J Antimicrob Chemother* 2003, **51**, 447-451.
31. **Teshager T, Herrero IA, Porrero MC, Garde J, Moreno MA, Dominguea L.** Surveillance of antimicrobial resistance in *Escherichia coli* strains isolated from pigs at Spanish slaughterhouses. *Int J Antimicrob Agents* 2000, **15**, 137-142.
32. **Tomita H, Pierson C, Lim SK, Clewell DB, Ike Y.** Possible connection between a widely disseminated conjugative gentamicin resistance (pMG1-like) plasmid and the emergence of vancomycin resistance in *Enterococcus faecium*. *J Clin Microbiol* 2002, **40**, 3326-3333.
33. **van den Bogaard AE, London N, Dreissem C, Stobberingh EE.** Antibiotic resistance of faecal *Escherichia coli* in poultry, poultry farmers and poultry slaughters. *J Antimicrob Chemother* 2001, **47**, 763-771.