

닭 분변유래 *Enterococcus* spp. 및 *Staphylococcus aureus*의 항생제 내성패턴

이영주* · 김애란¹ · 정석찬¹ · 송시욱¹ · 김재홍¹

경북대학교 수의과대학

¹국립수의과학검역원

(계재승인: 2005년 2월 28일)

Antibiotic resistance pattern of *Enterococcus* spp. and *Staphylococcus aureus* isolated from chicken feces

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

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

¹National Veterinary Research and Quarantine Service, Ministry of Agriculture and Forestry, Anyang 430-824, Korea

(Accepted: February 28, 2005)

Abstract : This study was carried out to investigate the antibiotic resistance pattern of *Enterococcus* spp. and *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) isolated from chicken feces. All isolates showed high resistance to erythromycin (E) and tetracycline (TE). Of the 63 *Enterococcus faecalis* (*E. faecalis*) isolates, 73.0% were resistant to E and 98.4% to TE. Of the 44 *Enterococcus faecium* (*E. faecium*) isolates, 50.0% were resistant to E and 95.5% to TE. Of the 52 *S. aureus* isolates, 57.6% were resistant to E and 96.2% to TE. The prevalence of two and three drugs resistance pattern were 28.6% and 17.5% of *E. faecalis*, 40.9% and 25.0% of *E. faecium* and 38.5% and 23.1% of *S. aureus*, respectively. The multiple resistance pattern to six drugs was observed in 1 *E. faecalis* isolates, and five drugs resistance pattern were seen in 1 *E. faecalis*, 1 *E. faecium* and 1 *S. aureus* isolates. 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, *Enterococcus* spp. *Staphylococcus aureus*

서 론

항생제 내성 문제는 국민의 건강 및 생명과 직결되는 문제로써 사회적인 관심과 그 중요성이 점차 커지고 있으며, 이에 수의·축산분야에서는 국내 축산용 항생제 사용 실태조사와 동물 및 축산물에서의 항생제 내성균의 실태파악 등을 통한 체계적인 항생제 관리 및 세부사용 지침 확립 등 시급한 과제를 안게 되었다. 이러한 내성 문제로 미국 FDA는 항생제 내성세균의 출현문제를 다루기 위하여 Task Force on Antimicrobial Resistance라는 특별위원회를 설치하여 운영하고 있으며, NARMS

(National Antimicrobial Resistance Monitoring System)을 만들어 인간과 동물의 장내세균에 대하여 17종 항생제 감수성의 변화를 조사하는 한편, SCOPE(Surveillance and Control of Pathogens of Epidemiologic Importance) 프로그램을 통해 각 지역의 감염율, 감염경로 및 항생제 사용패턴 등을 분석하여 감염균 및 내성균 전파 방지에 기여하고 있다.

일본에서도 1999년도부터 동물유래 식품매개성 병원 세균 및 지표세균에 대해 전국적인 약제내성 조사를 시작하였고, JVARMS(Japanese Veterinary Antimicrobial Resistance Monitoring System)이라는 가축위생분야의 약

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]

제내성 모니터링 체제를 확립하고 매년 동물의 분변으로부터 *Salmonella*, *Campylobacter*, *Enterococcus* 및 *E. coli*을 분리하여 이들 분리균주에 대하여 15-18종의 항균제 모니터링을 실시하고 있다.

국내에서도 가축위생분야에서 약제내성 조사는 1970년대 말부터 학계차원에서 산발적으로 실시되고 있으나 이는 일시적이고 지역적인 조사일 뿐, 계속적이고 체계적인 조사는 이루어지지 않았다 [2-5]. 다행스럽게도 2003년부터 국내 축산용 항생제의 사용실태 조사와 아울러 동물 및 축산물 유래 분리균에 대한 항생제 내성양상 조사를 기초로 하는 '축산용 항생제 관리시스템 구축'에 관한 연구가 시작되었으며, 이 연구 결과는 추후 축산물 안전관리 대책수립 및 국가적인 항생제 내성 관리 종합대책 수립을 위한 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

본 논문은 '축산용 항생제 관리시스템 구축'의 일환으로 진행된 동·축산물 유래 세균들의 항생제 내성균(을) 조사를 위한 1년차 시험결과와 일부로, 닭 농장내 분변 유래 *Enterococcus* spp. 및 *S. aureus*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. 각 농장 별로 바닥에 떨어져 있는 신선분변 약 5 g을 하나의 시료로 하였고, 각 농장 별로 10개의 시료를 채취하여 냉장 운반하였고 이를 대상으로 *E. faecalis*, *E. faecium*과 *S. aureus*를 분리하였다.

균분리 및 동정

균분리는 「축산물의 가공기준 및 성분규격」 [1]의 방법을 참고하여 수행하였다. *Enterococcus* spp. 분리를 위하여 시료 1 g을 SF broth(Difco, USA) 9 ml에 접종하여 37°C에서 18-24시간 증균배양하였다. 증균 배양액을 Enterococcosel agar(Difco, USA)에 도말하여 37°C에서 18-24시간 배양한 후, 검은색 집락을 선별하여 Tryptic soy agar(TSA; Difco, USA)에 순수분리 배양한 후, Cheng 등 [10] 및 Lleo 등 [14]이 보고한 PCR법으로 *E. faecalis* 및 *E. faecium*을 최종 동정하였다. *S. aureus*의 분리를 위해서 10% NaCl이 첨가된 Tryptic soy broth(TSB)에서 37°C, 16시간 배양하고 배양액을 egg yolk emulsion이 첨가된 Baird parker agar(Biolife, USA)에 접종하여 37°C에서 16시간 배양하였다. 전형적인 집

락을 선택하여 Blood agar에 순수분리하고, 35°C에서 16시간 배양 후 β -hemolysis 현상이 일어나는 균을 TSA에 재도말 함과 아울러 coagulase test, DNase 시험으로 동정하였다. 하나의 시료에 대하여 목적하는 집락을 일차 3-5개를 선별하였고, 그 중 최종 확인된 집락 2개에 대하여 항생제내성 시험을 실시하였으며, 내성경향이 동일한 경우는 동일 균주로 판단하고 하나의 균주로 하였다.

항생제 내성시험

분리균에 대한 항생제 내성시험은 디스크 확산법으로 실시하였으며 사용된 disc는 미국 BBL사에서 판매하는 14종의 항생제로, *Enterococcus* spp.는 ampicillin(AM), Amoxicillin/clavulanic acid(AmC), gentamicin(GM), ciprofloxacin(CIP), erythromycin(E), vancomycin(VA), chloramphenicol(C), tetracycline(TE) 및 rifampin(RA) 9종에 대하여, *S. aureus*는 penicillin(P), oxacillin(OX), amikacin(AN), trimethoprim/sulfamethoxazole(SxT), erythromycin(E), clindamycin(CC), vancomycin(VA), tetracycline(TE) 8종에 대하여 시험을 실시하였다. 시험방법으로 분리균주를 Mueller hinton broth(Difco, USA)에 배양한 후 균 농도를 McFarland No. 0.5로 조정하고, 멸균면봉을 사용하여 두께가 약 4 mm 인 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 [16]의 기준에 따라 판정하였으며, 내성패턴의 분석시 중간내성은 제외시키고 완전한 내성을 나타는 균주만을 대상으로 하였다.

결 과

닭 분변유래 항생제 내성균 분포를 조사하기 위하여 균분리를 실시한 결과는 Table 1과 같다. 4개 종계농장 40개 분변시료에서 *E. faecalis* 25주, *E. faecium* 16주와 *S. aureus* 4주를 분리하였으며, 7개 육계농장의 70개 분변시료에서는 각 균주별로 각각 38주, 28주와 48주가 분리되었다. 종계 및 육계의 품종에 따른 *Enterococcus* spp.의 균분리율 차이는 확인되지 않았지만 *S. aureus*는 종계와 비교하여 육계에서 높은 분리율을 보였다.

분리된 *E. faecalis* 63주에 대한 항생제내성 시험 결과는 Table 2와 같다. 분리균의 50% 이상이 내성을 나타내는 항생제는 E와 TE 2종으로 각각 73.0%와 98.4%의 내성을 보였으며, GM과 CIP의 경우 12.7%와 36.5%만이 내성을 보이긴 하였으나 27.0%와 22.2%는 중간내성을 나타내었다. 그러나 VA에 대한 내성을 나타낸 균주

Table 1. *Enterococcus* spp. and *Staphylococcus aureus* from chicken feces

Breeds	Farms	Age (days)	Flock size	No. of fecal sample	No. of isolates		
					<i>E. faecalis</i>	<i>E. faecium</i>	<i>S. aureus</i>
Breeder	IJ	154	30,000	10	4	3	0
	ST	420	8,800	10	5	2	3
	GL	385	20,000	10	6	4	0
	SJ	280	4,000	10	10	7	1
	subtotal	-	-	40	25	16	4
Broiler	KHS	35	25,000	10	6	5	8
	OKD	35	10,800	10	7	4	0
	YKD	35	80,000	10	5	2	11
	LDS	35	5,000	10	4	3	6
	KCJ	35	10,800	10	1	8	0
	KJO	27	70,000	10	8	5	11
	CDS	7	120,000	10	7	1	12
	subtotal	-	-	70	38	28	48
Total				110	63	44	52

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

No. of isolates tested	Type	No. of resistant isolates (%)*								
		AM	AmC	GM	CIP	E	VA	C	TE	RA
63	Resistance	1 (1.6)	1 (1.6)	8 (12.7)	23 (36.5)	46 (73.0)	0 (0)	14 (22.2)	62 (98.4)	0 (0)
	Intermediate	0 (0)	0 (0)	17 (27.0)	14 (22.2)	11 (17.5)	0 (0)	1 (1.6)	0 (0)	11 (17.5)

*AM, ampicillin; AmC, amoxicillin/clavulanic acid; GM, gentamicin; CIP, ciprofloxacin; E, erythromycin; VA, vancomycin; C, chloramphenicol; TE, tetracycline; RA, rifampin.

는 확인되지 않았다.

*E. faecalis*의 9종 항생제에 대한 내성 양상을 분석한 결과는 Table 3과 같다. 시험균주 모두 1개 이상의 항생제에 대하여 내성을 가지고 있음이 확인되었다. TE에 대한 내성을 보인 균이 21주(33.3%)로 가장 높았으며, 2종, 3종 및 4종에 대한 다제내성균은 각각 18주(28.6%), 11주(17.5%) 및 11주(17.5%)이었고, 5종과 6종에 대한 다제내성균도 각각 1주(1.6%) 씩 확인되었다.

분리된 *E. faecium* 44주에 대한 항생제 내성시험 결과는 Table 4와 같다. *E. faecalis*와 유사하게 분리균의 50% 이상이 내성을 나타내는 항생제는 E와 TE 2종으로 각각 50.0%와 95.5%가 내성을 보였으며, GM, CIP와 RA의 경우 각각 29.5%, 20.5%, 20.5%가 내성을 보였으나 특히 CIP와 RA에 대하여 19주(43.2%)와 26주(24.3%)가 중간내성을 나타내고 있음이 확인되었다. 그러나 VA에 내성을 나타낸 균주는 확인되지 않았다.

*E. faecalis*의 9종 항생제에 대한 내성 양상을 분석한 결과는 Table 5과 같다. 시험균주 모두 1개 이상의 항생

제에 대하여 내성을 가지고 있음이 확인되었으며 그 중 2종과 3종의 항생제에 대한 다제내성균이 각각 18주(40.9%) 및 11주(25.0%)로 높게 나타났고, 5종에 대한 다제내성균도 1주(2.3%)가 확인되었다.

분리된 *S. aureus* 52주에 대한 항생제내성 시험 결과는 Table 6과 같다. 분리균의 50% 이상이 내성을 나타내는 항생제는 *Enterococcus* spp.와 같이 E와 TE 2종으로 각각 57.6%와 96.2% 내성을 보였으며, P와 CC에 대하여는 32.7%와 25.0%만이 내성을 보였으나, CC에 대하여는 34.6%의 높은 중간 내성균 출현을 확인할 수 있었다. 그러나 OX이나 VA에 내성을 나타낸 균주는 확인되지 않았다.

*S. aureus*의 8종 항생제에 대한 내성 양상을 분석한 결과는 Table 7과 같다. 시험균주의 96.2%가 1개 이상의 항생제에 대하여 내성을 가지고 있음이 확인되었으며, 1종의 단일 항생제에 대해서만 내성을 나타내는 균주가 14주(26.9%)인 반면, 2종과 3종의 항생제에 대한 다제내성균 또한 각각 20주(38.5%)와 12주(23.1%)로 높

Table 3. Distribution of resistance patterns of *E. faecalis*

No. of antibiotics	Resistance patterns*	No. of isolates (%)
6	AM, AmC, GM, CIP, E, TE Subtotal	1(1.6) 1(1.6)
5	GM, CIP, E, C, TE Subtotal	1(1.6) 1(1.6)
4	CIP, E, C, TE GM, CIP, E, TE Subtotal	10(15.9) 1(1.6) 11(17.5)
3	GM, E, TE GM, CIP, TE CIP, E, TE CIP, C, TE E, C, TE Subtotal	1(1.6) 1(1.6) 6(9.5) 1(1.6) 2(3.2) 11(17.5)
2	GM, TE E, TE CIP, TE CIP, E Subtotal	3(4.8) 13(20.6) 1(1.6) 1(1.6) 18(28.6)
1	TE Subtotal	21(33.3) 21(33.3)
0	Subtotal	0(0)

*AM, ampicillin; AmC, amoxicillin/clavulanic acid; GM, gentamicin; CIP, ciprofloxacin; E, erythromycin; C, chloramphenicol; TE, tetracycline.

Table 4. Antibiotic resistance frequency of *E. faecium*

No. of isolates tested	Type	No. of resistant isolates (%)*								
		AM	AmC	GM	CIP	E	VA	C	TE	RA
44	Resistance	1 (2.3)	1 (2.3)	13 (29.5)	9 (20.5)	22 (50.0)	0 (0)	0 (0)	42 (95.5)	9 (20.5)
	Intermediate	0 (0)	0 (0)	4 (9.1)	19 (43.2)	14 (31.8)	0 (0)	0 (0)	2 (4.5)	26 (24.3)

*AM, ampicillin; AmC, amoxicillin/clavulanic acid; GM, gentamicin; CIP, ciprofloxacin; E, erythromycin; VA, vancomycin; C, chloramphenicol; TE, tetracycline; RA, rifampin.

Table 6. Antibiotic resistance frequency of *S. aureus*

No. of isolates tested	Type	No. of resistant isolates (%)*							
		P	OX	AN	SXT	E	CC	VA	TE
52	Resistance	17 (32.7)	0 (0)	0 (0)	5 (9.6)	30 (57.6)	13 (25.0)	0 (0)	50 (96.2)
	Intermediate	0 (0)	1 (1.9)	0 (0)	1 (1.9)	7 (13.5)	18 (34.6)	0 (0)	0 (0)

*P, penicillin; OX, oxacillin; AN, amikacin; SXT, trimethoprim/sulfamethoxazole; E, erythromycin; CC, clindamycin; VA, vancomycin; TE, tetracycline.

Table 5. Distribution of resistance patterns of *E. faecium*

No. of antibiotics	Resistance patterns*	No. of isolates (%)
5	AM, AmC, GM, E, TE Subtotal	1(2.3) 1(2.3)
4	GM, CIP, E, TE GM, CIP, TE, RA GM, E, TE, RA Subtotal	1(2.3) 1(2.3) 1(2.3) 3(6.8)
3	CIP, E, TE GM, CIP, TE GM, TE, RA GM, E, TE Subtotal	5(11.4) 1(2.3) 2(4.5) 3(6.8) 11(25.0)
2	GM, RA CIP, TE E, TE GM, TE TE, RA Subtotal	1(2.3) 1(2.3) 11(25.0) 2(4.6) 3(2.3) 18(40.9)
1	TE RA Subtotal	10(22.7) 1(2.3) 11(25.0)
0	Subtotal	0(0)

*AM, ampicillin; AmC, amoxicillin/clavulanic acid; GM, gentamicin; CIP, ciprofloxacin; E, erythromycin; TE, tetracycline; RA, rifampin.

Table 7. Distribution of resistance patterns of *S. aureus*

No. of antibiotics	Resistance patterns*	No. of isolates (%)
5	P, SXT, E, CC, TE	1(1.9)
	Subtotal	1(1.9)
4	P, SXT, E, TE	3(5.8)
	P, E, CC, TE	2(3.8)
	Subtotal	5(9.6)
3	P, E, TE	3(5.8)
	SXT, E, TE	1(1.9)
	E, CC, TE	8(15.4)
	Subtotal	12(23.1)
2	E, TE	11(21.2)
	CC, TE	2(3.8)
	P, E	1(1.9)
	P, TE	6(11.5)
	Subtotal	20(38.5)
1	P	1(1.9)
	TE	13(25.0)
	Subtotal	14(26.9)
0	Subtotal	2(3.8)

*P, penicillin; AN, amikacin; SXT, trimethoprim/sulfamethoxazole; E, erythromycin; CC, clindamycin; TE, tetracycline.

게 나타났고, 5종에 대한 다제내성균도 1주(1.9%)가 확인되었다.

고 찰

닭 분변유래 *E. faecalis*, *E. faecium*와 *S. aureus* 모두 특이적으로 E 및 TE에 높은 내성율을 보였는 바, 하 등 [6]이 보고한 국내 축산 및 수산분야의 항생물질 사용실태 조사 결과로 미뤄보아 이들 계열이 사료첨가제 등으로 국내에서 많이 사용되기 때문인 것으로 추측되어 진다. Yoshimura 등 [20]은 2000년도에 일본의 산란계 및 육계분변 유래 *Enterococcus* spp. 분리주에 대한 약제내성에 대하여 보고하였는 바, 본 성적과 유사하게 E와 TE에 대하여 높은 내성을 나타내었으며 이 또한 본 제제들이 일본에서 성장촉진 등의 목적으로 사료첨가용으로 많이 사용되기 때문으로 보고하였다. 특히 TE의 경우는 사용이 금지된 이후에도 내성균주가 오랫동안 농장내 유지되는 특성이 있으며, 따라서 국내 TE 내성균주의 출현은 당분간 지속될 것으로 사료된다 [15].

또한, 이들 균종의 fluoroquinolone에 대한 내성균 출현율은 20.5-36.5%이었으나, 중간내성을 나타내는 균주 또한 20.5-22.2%를 보여 앞으로 본 제제에 대한 내성균의 출현은 더욱 더 높을 것으로 예측된다. Fluoroquinolone

제제는 경구접종으로도 높은 항균성을 나타내는 특성으로 1990년대에 처음 국내에 도입된 이후 양계분야에서 치료 및 예방 목적으로 광범위하게 사용되고 있다 [6]. 따라서 이러한 이유로 근년에 이르러는 본 제제에 대한 내성균 출현이 보고된 바 있다 [13]. 또한 국외에서는 본 제제의 내성균 출현과 관련된 유전자들의 돌연변이 등에 대한 연구가 활발히 진행중이며 [9, 18, 19], 이와 관련하여 2004년에는 *Salmonella gallinarum*을 대상으로 한 국내 분리주의 유전자 돌연변이 또한 보도된 바 있다 [12].

본 시험에서 분리된 *Enterococcus* spp.와 *S. aureus*는 모두 OX나 VA에 내성을 나타내는 methicillin resistance *S. aureus*(MRSA)나 vancomycin resistance *S. aureus* (VRSA)와 vancomycin resistance *Enterococci*(VRE)는 아니었는 바, 이는 이들 내성균주만을 선택적으로 분리해 내기 위한 방법 즉, 증균용 및 증식용 배지에 VA 및 OX을 일정량 첨가하여 분리하는 방법을 적용하지 않았기 때문으로 본 시험의 결과로 국내 양계분변 중 MRSA, VRSA 및 VRE가 존재하지 않는다는 결론을 도출할 수는 없다. 최근 사회문제로 대두되고 있는 MRSA, VRSA 및 VRE에 대한 인체, 동물 및 축산물 유래 내성균에 대한 연구는 활발히 진행중에 있으며 [7, 17], 따라서 국내에서도 MRSA, VRSA, 및 VRE 내성균만을 대상으로 한 분리를 및 내성경향 분석과 아울러 fluoroquinolone 제제 내성균의 유전자 변이 분석 등에 대한 연구 또한 추가적으로 진행되어야 할 것으로 판단된다.

본 연구의 결과는 추후 항생제 내성균의 인체교차 내성 및 그 위험성 등 국내 항생제 내성균 안전관리를 위한 과학적인 기초자료로 충분히 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

결 론

닭 분변유래 *Enterococcus* spp.와 *S. aureus*에 대하여 항생제 내성균 분포 및 항생제 내성패턴을 조사하기 위하여, 전국의 4개 중계농장과 9개 육계농장으로부터 *E. faecalis* 63주, *E. faecium* 44주와 *S. aureus* 52주를 분리하였다. *E. faecalis* 63주에 대한 항생제 내성시험 결과, 분리균의 50% 이상이 내성을 나타내는 항생제는 E와 TE 2종으로 각각 73.0%와 98.4%의 내성을 보였으며, 2종, 3종 및 4종에 대한 다제내성균은 각각 18주(28.6%), 11주(17.5%) 및 11주(17.5%)이었고, 5종과 6종에 대한 다제내성균도 각각 1주(1.6%)씩 확인되었다. 그러나 VA에 내성을 나타낸 균주는 확인되지 않았다. *E. faecium* 44주에 대한 항생제 내성시험 결과, E 및 TE에 대하여 각각 50.0% 및 95.5%가 내성을 보였으며 2종과 3종의

항생제에 대한 다제내성균이 각각 18주(40.9%)과 11주(25.0%)로 높게 나타났고, 5종에 대한 다제내성균도 1주(2.3%) 확인되었다. VA에 내성을 나타낸 균주는 확인되지 않았다. *S. aureus* 52주에 대한 항생제 내성시험 결과, *Enterococcus* spp.와 같이 E와 TE에 대하여 각각 57.6%와 96.2% 내성을 보였으며, 2종과 3종의 항생제에 대한 다제내성균이 각각 20주(38.5%)와 12주(23.1%)로 높게 나타났고, 5종에 대한 다제내성균도 1주(1.9%)가 확인되었다. OX이나 VA에 내성을 나타낸 균주는 확인되지 않았다.

참고문헌

1. 국립수의과학검역원. 국립수의과학검역원 고시 제 2002-3호: 축산물의 가공기준 및 성분규격. 2002, 150-181.
2. 김규태, 정병열, 김봉환. 경북지역 가축에서 분리한 *Salmonella* 속균의 혈청형 분포 및 약제감수성. 대한수의공중보건학회지. 1981, **5**, 19-24.
3. 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.
4. 박경윤, 예재길, 박석기. 가금류에서 분리한 *Salmonella* 속균의 특성. 한국수의공중보건학회지. 1994, **18**, 107-116.
5. 윤은선, 박석기, 오형희, 김태중. 동물원의 야생동물 분변에서 분리한 살모넬라균의 생물형, 혈청형 및 약제감수성. 대한수의학회지. 1994, **34**, 267-273.
6. 하준일, 홍기성, 송시욱, 정석찬, 민영식, 신형철, 이기욱, 임경중, 박종명. 축산 및 수의분야의 항생물질 사용실태 조사. 한국수의공중보건학회지. 2003, **27**, 205-217.
7. Albertini MT, Benoit C, Berardi L, Berrouane Y, Boisvion 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.
8. Blumberg HM, Rimland D, Carroll DJ, Terry P, Wachsmuth IK. Rapid development of ciprofloxacin resistance in methicillin- susceptible and -resistant *Staphylococcus aureus*. J Infect Dis 1991, **163**, 1279-1285.
9. Brisse S, Fluit AC, Wagner U, Heisig P, Milatovic D, Verhoef J, Scheuring S, Kohrer K, Schmitz FJ. Association of alterations in ParC and GyrA proteins with resistance of clinical isolates of *Enterococcus faecium* to nine different fluoroquinolones. Antimicrob Agents Chemother 1999, **43**, 2513-2516.
10. Cheng S, McCleskey FK, Gress MJ, Petroziello JM, Liu R, Namdari H, Beninga K, Salmen A, DelVecchio VG. A PCR assay for identification of *Enterococcus faecium*. J Clin Microbiol 1997, **35**, 1248-1250.
11. FDA. Center for drug evaluation and research. Antimicrobial Resistance. FDA, Rockville, 2003.
12. Lee YJ, Kim KS, Kim JH, Tak RB. *Salmonella gallinarum* gyrA mutations associated with fluoroquinolone resistance. Avian pathol 2004, **33**, 251-257.
13. 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.
14. Lleo MM, Tafi MC, Signoretto C, Cero CD, Canepari P. Competitive polymerase chain reaction for quantification of nonculturable *Enterococcus faecalis* cells in lake water. FEMS Microbiol Eco 1999, **30**, 345-353.
15. 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.
16. National Committee for Clinical Laboratory Standards (NCCLS). Methods for dilution antimicrobial susceptibility test for bacteria that grow aerobically; Approved standard 5 ed. M7-A5. NCCLS, Wayne, 2000.
17. 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.
18. Petersen A, Jensen LB. Analysis of *gyrA* and *parC* mutations in *enterococci* from environmental samples with reduced susceptibility to ciprofloxacin. FEMS Microbiol Lett 2004, **231**, 73-76.
19. Petersen A, Dalsgaard A. Species composition and antimicrobial resistance genes of *Enterococcus* spp. isolated from intergrated and traditional fish farms in Thailand. Environ Microbiol 2003, **5**, 395-402.
20. Yoshimura H, Ishimaru M, Endoh YS, Kojima A. Antimicrobial susceptibilities of enterococci isolated from faeces of broiler and layer chickens. FEMS Microbiol Lett 2000, **31**, 427-432.