

돼지 분변 및 도체에서 분리한 대장균, 장구균의 항생제 내성을 조사

정귀옥 · 허정호 · 이종민 · 윤이란 · 최유정 · 김종수^{1*}

경상남도축산진흥연구소, ¹경상대학교 수의과대학 동물의학연구소

(접수 2010 4. 30, 게재승인 2010 9. 16)

Surveillance of antimicrobial resistance ratio of *E. coli* and *Enterococcus* spp. isolated from fecal and carcasses of pigs in slaughterhouse

Kwi-Ok Jeong, Jung-Ho Heo, Jong-min Lee, I-Ran Yun,
You-Jeong Choi, Jong-Shu Kim^{1*}

Gyeongnam Livestock Promotion Research Institute, Jinju 660-985, Korea

¹Department of Pharmacology & Toxicology, College of Veterinary Medicine, Institute of Animal Science,
Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

(Received 30 April 2010, accepted in revised from 16 September 2010)

Abstract

The present study was conducted to investigate isolation and antimicrobial resistance ratio of *E. coli*, *E. faecium* and *E. faecalis* from feces(150 samples) and carcasses (150 samples) on slaughtered pigs from 6 slaughterhouse of 13 cities in the Gyeongnam during the period from January 2009 to December 2009. Isolation ratio of *E. coli* from feces and carcasses were 98 (65.3%) and 110 (73.3%), respectively, and simultaneously, *E. faecalis* and *E. faecium* from feces and carcasses were isolated 21 (14%), 52(34.7%) and 18 (12%), 14 (9.3%), respectively. All *E. coli* isolated from feces and carcasses except cefepime (0%) and cefotiofur (0%) were exhibited 2.4~83.6% of resistance to tetracycline (83.6%), ampicillin (68.2%), streptomycin (60%), chloram-phenicol (53.8%) and cephalothin (2.4%). All *E. faecalis* isolated from feces and carcasses except penicillin(0%) and vancomycin (0%) were exhibited 2.7~80.8% of resistance to tetracycline (80.8%), quinupristin/dalfopristin (78%), erythromycin (56.1%), streptomycin (43.8%) and bacitracin (2.7%). All *E. faecium* isolated from feces and carcasses except gentamicin (0%), vancomycin (0%), florfenicol (0%), linezolid (0%) and bacitracin (0%) were exhibited 3.1~53.1% of resistance to rifampin (53.1%), erythromycin and tetracycline (25%), penicillin (15.6%), ciprofloxacin (9.3%), and streptomycin, chloramphenicol, and quinupristin/dalfopristin (3.1%). According to the heard size, resistance ratio of *E. coli* strains isolated from feces and carcasses in slaughtered pigs-breeding farms over 1,500 heard to tetracycline, ampicillin, streptomycin and chloramphenicol showed higher resistance ratio (1.0~16.8%) than those of farms-breeding under 1,500 heard. From the our results, we suggest that a few of antimicrobials were used in the Gyeongnam than the other cities.

Key words : Antimicrobial resistance, *E. coli*, *E. faecalis*, *E. faecium*, Feces, Carcasses, Pigs

*Corresponding author: Jong-Shu Kim, Tel: +82-55-751-5821,
Fax: +82-751-5803, E-mail: jskim@gnu.ac.kr

서 론

항생제는 각종 세균성 감염증의 치료에 유용하게 사용될 뿐만 아니라 가축에서는 질병의 예방과 발육촉진을 목적으로 사료에 첨가함으로써 항생제 오·남용에 의한 내성균이 선택적으로 증가하여 세균성 감염증의 치료 및 예방에 많은 문제점을 일으키고 있다(Chen 등, 2004; Gebreyes와 Altier, 2002). 동물에서의 이러한 항생제 내성균의 증가는 공중보건학적인 측면에서도 중요하게 부각되고 있는데, 특히 사람에서 최근 문제시 되고 있는 살모넬라 DT104, 퀴놀론내성, 캄필로박터 등의 내성균의 증가가 동물에서 내성균증가와 무관하지 않다는 연구보고(식품의약품안전청, 2006; Bartholomew 등, 2005)가 있고, 동물 유래 내성균에 대한 중요성이 인식되고 있기 때문에 이를 개선할 수 있는 방안이 절실한 실정이다.

이러한 항생제 내성 안전관리를 위해서는 과학적이고 체계적인 조사에 근거한 전체적인 실태파악이 선행되어야 하며, 제도적이고 광범위한 항생제 내성균 감시 시스템을 확립할 필요성이 있으며, 이러한 이유로 미국은 1996년에 National Antimicrobial Resistance Monitoring System (NARMS) 구축을 통한 인간과 동물의 장내 세균에 대하여 17종 항생제 감수성의 변화를 조사하였으며(NARMS 2003), 일본은 1999년부터 동물 유래 식품매개성 병원세균 및 지표세균에 대해 전국적인 약제 내성 조사를 위해서 Japanese Veterinary Antimicrobial Resistance Monitoring System (JVARMs)을 구축하여 항생제 내성 모니터링을 실시하고 있다(일본농림수산성, 2003). 국내서도 2003년부터 국가항생제내성안전관리사업을 실시, 사람, 가축, 어류 및 환경 등으로부터 항생제 내성균 모니터링을 실시하고 있다(식품의약품안전청, 2003).

사람과 동물에 분포하는 일부 세균은 숙주특이성이 있지만 정상 세균 총과 매우 밀접한 관계가 있다. 이러한 세균들이 항생제에 노출되면 내성을 획득하고 내성균이 다른 사람이나 가축에 전파되거나, 축산환경, 토양, 하천 등 환경을 오염시키며, 또한 내성유전자가 encoding되어 있는 plasmid나 integron 등 이동성 인자가 사람이나 동물에 전달되고(Ahart 등, 1978; Murry, 1994; Pohl과 Lintermans, 1987), 이러한 장내세균총은 항생제 내성균, 내성유전자의 보균자로서 중요하게 작용하고 있다(임 등, 2007a).

장내 세균 총으로 대장균(*E. coli*)은 사람이나 동물의 장관 내는 물론 자연계에도 널리 분포하고 있으며, 대부분의 대장균은 병원성이 없는 것으로 알려져 있으나, 설사 및 급성 위장염을 일으키는 일부 특이 혈청형 병원성 대장균은 병원성인자 및 독성기전에 따라 여러 가지로 분류하고 있고, 혈청형에 따라 다양한 성질을 지니고 있어 혈청형에 따라 분류하기도 한다(Krieg 등, 1984; Ewing, 1986). 또한 장구균(*Enterococcus spp.*)속의 세균은 포유동물과 조류의 장내 정상 세균 총으로 고농도로 존재하여 동물의 분변에 의한 대표적인 오염 지표세균으로 오염의 척도로 이용되고 있으며(Kuhn 등, 2003), 이중 *E. faecalis*, *E. faecium*, *E. avium*, *E. durans*, *E. casseliflavus*, *E. mundtii*, *E. hirae* 및 *E. gallinarum*이 주로 병원성을 나타내며, 감염 시 각종 질병을 일으킨다고 한다(Klein 2003; 김 등 2005). 이러한 장내 세균 총에 대한 항생제 내성율은 항생제 사용과 관련이 있기 때문에 병원성 세균이나 식중독 세균의 내성을 예측할 수 있기 때문에 이러한 병원성 세균은 중요시 되고 있다(Hummel 등, 1986; Lester 등, 1990).

지금까지 가축에 대한 항생제 내성균의 분포 조사는 대부분 가축의 질병을 치료하기 위한 치료제 선발 목적으로 이루어진 것으로서 주로 가축의 병원성 세균에 대하여 실시하였으나 본 조사는 2008년부터 농림수산식품부가 주관하고 수의과학검역원과 전국 축산물위생검사기관이 참여하는 “축산 항생제 내성균 감시체계 구축” 사업과 병행하여 경상남도 내 사육되고 있는 돼지의 정상세균총에 대한 항생제 내성 실태를 파악하기 위하여 도내 도축장에 출하되는 돼지의 분변 및 도체에서 대장균과 장구균을 분리하여 항생제 내성을 조사하였다.

재료 및 방법

시료 채취

2009년 1월에서 12월까지 경남도내 13개 시·군, 6개 도축장에 출하된 돼지의 분변과 도체표면을 swab한 시료를 균 분리에 사용하였다. 분변 및 도체표면의 시료채취는 항생제내성균검사 요령에 따라 균 분리를 하였으며, 돼지 분변 150시료, 돼지 도체 150시료 등 총 300시료를 채취하여 냉장상태를 유지하여 실험실로 운반하였으며, 균 분리는 시료채취 후 24시간 안에 처리하였다.

대장균 분리 및 동정

분변시료는 Chromogenic *E. coli*/Coliform medium (CHEC; Oxoid Ltd., Basingstoke, Hants, England)에 직접 도말한 후 37°C에서 하룻밤 배양하였다. 다음날 보라색 집락을 EMB agar (Oxoid Ltd., Basingstoke, Hants, England)에 도말하여 37°C에서 하룻밤 배양한 후 금속성 광택을 나타낸 집락을 선택하여 MacConkey agar (Becton Dickinson)에 다시 도말하여 37°C에서 하룻밤 배양하였다. 다음날 핑크색 집락을 선택하여 Vitek (bioMerieux Vitek, Hazelwood, MO) 및 생화학 검사로 최종 확인하였다.

도체표면을 swab한 시료 1ml를 BGLB broth(Becton Dickinson) 9ml에 접종하여 44.5°C에서 24~48시간 동안 증균 배양하였고, 분리배양, Vitek과 생화학 검사는 분변 시료에서 분리 동정한 방법과 동일하게 실험하였다.

장구균(*E. faecium* 및 *E. faecalis*) 분리 및 동정

분변시료는 Enterococcus agar (Becton Dickinson)에 직접 도말한 후 37°C에서 하룻밤 배양하였다. 다음날 까만색 집락을 선택하여 polymerase chain reaction (PCR) 법을 이용하여 *E. faecium* 및 *E. faecalis*를 동정하였다.

도체표면을 swab한 시료 1ml를 Azide dextrose broth 9ml에 접종하여 36°C 48시간 증균 배양하였고 분리배양은 위의 분변시료 처리와 동일한 방법으로 실험하였다.

대장균, 장구균의 항생제 감수성 검사

항생제 감수성 시험은 National Committee for Clinical Laboratory Standards (NCCLS)의 disc diffusion 방법으로 실시하였다. 사용한 항생제 disc는 Becton Dickinson(BBL Sensi-Disk)에서 구입하였다. 대장균에 사용한 disc는 ampicilin(10µg, AM), amoxicillin/ clavulanic acid (30/10µg, AMC), cephalothin (30µg, CF), cefepime (30µg, FEP), ceftiofur (30µg, XNL), gentamicin (10µg, GM), apramycin (15µg, AP), neomycin (30µg, N), streptomycin (10µg, S), tetracycline (30µg, TE), ciprofloxacin (5µg, CIP), enrofloxacin (5µg, ENO), nalidixic acid (30µg, NA), trimethoprim/sulfamethoxazol (1.25/23.75µg, SXT), chloramphenicol (30µg, C) 및 florfenicol (30µg, FFC)등 16종이었고, 장구균에서는 penicillin (10units, P), streptomycin (300µg, S), gentamicin (120µg, GM), vancomycin (30µg, VA), erythromycin (15µg, E), tetracycline (30µg, TE), ciprofloxacin (5µg, CIP), rifampin (5µg, RA), chloramphenicol (30µg, C), florfenicol (30µg, FFC), quinupristin/dalfopristin (15µg, SYN), linezolid (30µg, LNZ) 및 bacitracin (10U, B)등 13종이었다.

감수성 시험 방법은 분리균주를 Tryptic Soy Broth (Difco, USA)에 접종하여 35°C에서 2~8시간 배양하여 McFarland 탁도가 0.5가 되도록 조정된 후, 멸균 면봉을 이용하여 Muller Hinton agar (Becton Dickinson)에 도말하였다. 도말 후 15분 이내에 항생제 Disc

Table 1. Resistance ratio of *E. coli* strains isolated from feces and carcasses of pigs to antimicrobial agents

Antimicrobial agents*	Conc. disc (µg)	Diffusion zone breakpoint (mm)	No. of isolation and resistant ratio (%)		
			Feces (n=98)	Carcasses (n=110)	Total (n=208)
AP	10	≤ 13	72 (73.4)	70 (63.6)	142 (68.2)
AMC	20/10	≤ 13	8 (8.1)	7 (6.3)	15 (7.2)
CF	30	≤ 14	2 (2.0)	3 (2.7)	5 (2.4)
FEP	30	≤ 14	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
XNL	30	≤ 14	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
GM	10	≤ 12	18 (18.3)	13 (11.8)	31 (14.9)
AP	15	≤ 13	18 (18.3)	19 (17.2)	37 (17.7)
N	30	≤ 12	32 (32.6)	42 (38.1)	74 (35.5)
S	10	≤ 11	62 (63.2)	63 (57.2)	125 (60.0)
TE	30	≤ 11	86 (87.7)	88 (80.0)	174 (83.6)
CIP	5	≤ 15	2 (2.0)	6 (5.4)	8 (3.8)
ENO	5	≤ 15	2 (2.0)	6 (5.4)	8 (3.8)
NA	30	≤ 30	13 (13.2)	22 (20.0)	35 (16.8)
SXT	1.25/23.75	≤ 10	47 (47.9)	53 (48.1)	100 (48.0)
C	30	≤ 12	59 (60.2)	53 (48.1)	112 (53.8)
FFC	30	≤ 12	45 (45.9)	43 (39.0)	87 (41.8)

*AM: ampicilin, AMC: amoxicillin/clavulanic acid, AP: apramycin, C: chloramphenicol, FFC: florfenicol, CF: cephalothin, CIP: ciprofloxacin, ENO: enrofloxacin, FEP: cefepime, GM: gentamicin, N: neomycin, NA: nalidixic acid, S: streptomycin, SXT: trimethoprim/sulfamethoxazol, TE: tetracycline, XNL: ceftiofur

를 dispenser로 접종한 후 35°C 16~18시간 배양하고 판독하였다. 판독 기준은 NCCLS의 기준에 따랐으며, 표준균주는 수의과학검역원에서 분양받은 *E. coli* ATCC 25922, *E. faecalis* ATCC 29212를 사용하였다.

결 과

대장균의 항생제 내성율

도축장에 출하되는 돼지의 분변 150건 및 도체 150건에 대한 대장균 분리는 분변 98주(65.3%), 도체 110주(73.3%)이 분리되어 총 208주(69.3%)이 분리되었다.

항생제별 내성율을 보면 TE 83.6%, AM 68.2%, S 60%, C 53.8%로 나타났고, FEP 및 XNL은 내성율이

0%였으며, CF, CIP, ENO 및 AMC의 내성율은 2.4%~7.2%로 나타났다. 그리고 내성율 50% 이상을 보인 항생제 4종 모두 도체 보다 분변에서 분리된 대장균에서 내성율이 6~12% 높게 나타났다(Table 1).

장구균의 항생제 내성율

*E. faecalis*는 분변에서 21주(14%), 도체에서 52주(34.7%)로 총 73주(24.3%)가 분리되었다.

항생제별 내성율을 보면 TE 80.8%, SYN 78%, E 56.1%, S 43.8%였으며, P 및 VA의 내성율은 0%, B, LNZ 및 CIP의 내성율은 2.7~10.9%로 나타났다. 그리고 내성율 80.8%인 TE은 분변과 도체 모두 80.7~80.9%로 비슷한 내성율을 보였으나, 43.8% 이상 높은 내성율을 보인 SYN, E, S은 도체 보다 분변에서 분

Table 2. Resistance ratio of *E. faecalis* isolated from feces and carcasses of pigs to antimicrobial agents

Antimicrobial agents*	Conc. disc (μg)	Diffusion zone breakpoint (mm)	No. of isolation and resistant ratio (%)		
			Feces (n=21)	Carcasses (n=52)	Total (n=73)
P	10 units	≤ 14	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
S	300	≤ 6	14 (66.6)	18 (34.6)	32 (43.8)
GM	120	≤ 6	8 (38.0)	12 (23.0)	20 (27.3)
VA	30	≤ 14	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
E	15	≤ 13	16 (76.1)	25 (48.0)	41 (56.1)
TE	30	≤ 14	17 (80.9)	42 (80.7)	59 (80.8)
CIP	5	≤ 15	3 (14.2)	5 (9.6)	8 (10.9)
RA	5	≤ 16	3 (14.2)	11 (21.1)	14 (19.1)
C	10	≤ 12	7 (33.3)	9 (17.3)	16 (21.9)
FFC	30	≤ 12	4 (19)	6 (11.5)	10 (13.6)
SYN	15	≤ 15	19 (90.4)	38 (73.0)	57 (78.0)
LNZ	30	≤ 20	0 (0.0)	5 (9.6)	5 (6.8)
B	10U	≤ 8	2 (9.5)	0 (0.0)	2 (2.7)

*B: bacitracin, C: chloramphenicol, CIP: ciprofloxacin, E: erythromycin, FFC: florfenicol, GM: gentamicin, LNZ: linezolid, P: penicillin, RA: rifampin, S: streptomycin, SYN: quinupristin/dalfopristin, TE: tetracycline, VA: vancomycin

Table 3. Resistance ratio of *E. faecium* isolated from feces and carcasses of pigs to antimicrobial agents

Antimicrobial agents*	Conc. disc (μg)	Diffusion zone breakpoint (mm)	No. of isolation and resistant ratio (%)		
			Feces (n=18)	Carcasses (n=14)	Total (n=32)
P	10units	≤ 14	3 (16.6)	2 (14.2)	5 (15.6)
S	300	≤ 6	0 (0.0)	1 (7.1)	1 (3.1)
GM	120	≤ 6	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
VA	30	≤ 14	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
E	15	≤ 13	2 (11.1)	6 (42.8)	8 (25.0)
TE	30	≤ 14	3 (16.6)	5 (35.7)	8 (25.0)
CIP	5	≤ 15	2 (11.1)	1 (7.1)	3 (9.3)
RA	5	≤ 16	8 (44.4)	9 (64.2)	17 (53.1)
C	10	≤ 12	0 (0.0)	1 (7.1)	1 (3.1)
FFC	30	≤ 12	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
SYN	15	≤ 15	0 (0.0)	1 (7.1)	1 (3.1)
LNZ	30	≤ 20	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
B	10U	≤ 8	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)

*B: Bacitracin, C: Chloramphenicol, CIP: Ciprofloxacin, E Erythromycin, FFC: Florfenicol, GM: Gentamicin, LNZ: Linezolid, P: Penicillin, RA: Rifampin, S: Streptomycin, SYN: Quinupristin-dalfopristin, TE: Tetracycline, VA: Vancomycin

Table 4. Resistance ratio of *E. coli* strains isolated from feces and carcasses of pigs to antimicrobial agents by herd-size

Antimicrobial agents*	Conc. disc (µg)	Diffusion zone breakpoint (mm)	No. of isolation and resistant ratio (%)		
			Under 1,500 (n=101)	Above 1,500 (n=107)	Total (n=208)
AM	10	≤ 13	66 (65.3)	76 (71.0)	142 (68.2)
AMC	20/10	≤ 13	8 (7.9)	7 (6.5)	15 (7.2)
CF	30	≤ 14	4 (3.9)	1 (0.9)	5 (2.4)
FEP	30	≤ 14	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
XNL	30	≤ 14	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
GM	10	≤ 12	15 (14.8)	16 (14.9)	31 (14.9)
AP	15	≤ 13	21 (20.7)	16 (14.9)	37 (17.7)
N	30	≤ 12	38 (37.6)	36 (33.6)	74 (35.5)
S	10	≤ 11	52 (51.4)	73 (68.2)	125 (60.0)
TE	30	≤ 11	84 (83.1)	90 (84.1)	174 (83.6)
CIP	5	≤ 15	4 (3.9)	4 (3.7)	8 (3.8)
ENO	5	≤ 15	4 (3.9)	4 (3.7)	8 (3.8)
NA	30	≤ 30	17(16.8)	18 (16.8)	35 (16.8)
SXT	1.25/23.75	≤ 10	48 (47.5)	52 (48.6)	100 (48.0)
C	30	≤ 12	50 (49.5)	62 (57.9)	112 (53.8)
FFC	30	≤ 12	38 (37.6)	49 (45.8)	87 (41.8)

*See footnote in Table 1, 2, and 3

리된 균의 내성율이 17.4~32% 높게 나타났다(Table 2).

*E. faecium*는 분변에서 18주(12%), 도체에서 14주(9.3%)로 총 32주(10.7%)가 분리되었다.

항생제별 내성율을 보면 RA 53.1%, E 25%, TE 25%였으며, GM, VA, FFC, LNZ 및 B의 내성율은 0%였다. 그리고 내성율이 높게 나타난 TE, RA, E은 분변 보다 도체에서 분리된 균에서 내성율이 19.1~31.7%로 높게 나타났다(Table 3).

사육규모별 대장균의 항생제 내성율

도축장에 출하된 돼지에서 분리된 대장균 208균주에 대하여 사육규모별 항생제 내성율을 조사한 결과 항생제 내성율이 비교적 높은TE, AM, S, C 등이 1,500두 이상 사육하는 농가에서 1.0~16.8%정도 높은 내성율을 보였다(Table 4).

고 찰

가축에 사용하는 항생제 감수성 조사는 대부분 연구자에 의하여 축종별, 지역별, 세균별로 이루어져 왔으나, 2003년부터 국립수의과학검역원에서 가축 및 축산물에 대한 지표 세균과 식중독세균에 대한 항생제 내성 조사를 실시하였으며(송 등, 2004; 정 등, 2007), 2005년부터 2006년(임 등, 2007b)과 2008년부터 2009년에 전국 농장의 돼지분변으로부터 분리한 대장균 및 장구균의 항생제 내성율을 조사하였다(식품의약품안

전청, 2009).

이 실험에서 항생제 내성을 조사는 2008년도부터 “축산 항생제 내성균 감시체계 구축” 사업과 병행하여 2009년도 도내 도축장에 출하한 돼지에 대한 대장균의 항생제 내성을 조사한 결과로 TE가 83.6%로 가장 높고, AM 68.2%, S 60%, C 53.8%, SXT 48.0%로 높은 내성율을 보였는데(Table 1), 이는 2006년 전국 40농장에서 도축장에 출하된 돼지에서 분리한 대장균의 내성율인 TE 92.6%, AM 68.3%, S 68.0%, C 52.2%, SXT 44.0%와 유사한 결과를 보였으며(임 등, 2007a,b), 2009년 전국 73개 농장에서 분리한 대장균에 대한 항생제 내성 조사 결과 TE 87.9%, AM 84.5%, S 75.9%, C 75.0%, SXT 70.7%(식품의약품안전청, 2009) 보다 낮은 내성율을 보여 경남지역 돼지사육농장이 전국의 다른 시·도보다 적은 항생제를 사용하는 것으로 판단된다.

최근 양돈 농가에서 지속적으로 발생하여 문제가 되고 있는 Post-weaning multisystemic wasting syndrome (PMWS) 예방 및 치료를 위하여 streptomycin을 많이 사용하고 있는 경향에 비추어 볼 때 이번 조사의 도체에서 분리한 대장균의 내성율이 예상하였던 대로 60%로 비교적 높은 내성율을 보였는데, 이는 송 등(2004)이 2003년에 발표한 결과보다는 내성율이 높고, 임 등(2007a,b)과 식품의약품안전청(2009)의 결과와는 비슷한 결과를 보였다. 이러한 경향은 PMWS 발생시 SM을 치료 목적으로 많이 사용하고 있는 현실과 무관하지 않을 것으로 생각된다.

또한 닭 분변에서 분리한 대장균의 내성 조사 결과 TE 86.8%, AM 48.1%, S 61.3%, C 31.1%, SXT 35.8% (김 등, 2007)와 소 분변에서 분리한 대장균의 항생제에 대한 내성 조사 결과에서 나타난 TE 40.8%, AM 11.3%, S 23.5%, C 5.9%(임 등(2007a,b)의 결과와 이번 연구에서 나타난 TE 87.7%, AM 73.4%, S 63.2%, C 60.2%, SXT 47.9%의 결과를 비교하면 닭이나 소에 비하여 돼지에서 유래된 대장균의 내성율이 매우 높게 나타났다. 이는 돼지가 소에 비하여 질병 발생이 많고 밀집사육 등으로 인한 질병 발생을 억제하기 위하여 사료첨가용 및 치료용 항생제를 많이 사용하고 있기 때문으로 판단되며, 이 결과는 과거 또는 현재의 축산 분야에서 치료와 예방 목적으로 사용하는 항생제의 종류와 사용량의 증가와 직접적으로 관계가 있는 것으로 생각되며, 축종별 항생제의 사용량이 돼지, 닭 및 소 순으로 많이 사용되고, 2002~2008년 실제로 가축에서 사용되고 있는 항생제중 돼지에 54~57%가 사용된 것으로 보아(하 등, 2003; 식품의약품안전청, 2009) 이러한 높은 내성률은 항생제의 사용량과 관련이 있는 것으로 추정된다.

이번 조사에서 *E. faecium* 내성율을 제외하고 분변이나 도체에서 분리한 대장균과 장구균이 TE에 대해 비록 가장 높은 내성율을 보였지만, 대장균에 대한 TE의 내성율이 2003년 90.2%, 2006년 92.6%, 2009년 87.9%에 비하여 이번 조사에서 83.6%로 점차 내성률이 줄어드는 경향을 보였는데 이는 TE의 사용량이 '03년부터 '05년까지 전체 판매되는 항생제의 약 47~51%를 차지하였으나 '06년 46%, '07년과 '08년에는 40%이하로 조사되어(식품의약품안전청, 2009) TE 사용의 감소와 어느 정도 연관성이 있는 것으로 판단되지만 본 조사 결과 아직도 가장 높은 내성율을 보이는 것은 이 TE가 주로 저 농도의 배합사료 첨가항생제로 오랫동안 사용된 결과로 사료된다.

골수의 기능을 저하시켜 재생불량성빈혈을 일으킬 수 있는 부작용으로 인해(Pazdemik과 Corbett, 1980) 1992년 국내 가축에서 사용이 금지된 C은 돼지 유래 대장균 내성률이 2003년 45.5%, 2009년 75%(송 등, 2004; 정 등, 2007; 임 등, 2007; 식품의약품안전청, 2009), 이번 시험의 결과에서 53.8%로 지속적 증가를 보인 반면, 소는 2003년 11.8%, 2006년 5.9%, 2009년 13.6%, 닭은 2003년 15.5%, 2006년 15.5%, 2009년 31.1%(송 등, 2004; 정 등, 2007; 임 등, 2007a,b; 식품의약품안전청, 2009)로 돼지에 비해 낮은 내성률을 보였

다. 이는 가축에 사용이 금지되어 배합사료제조용이나 수의사처방용으로 사용되지 않았다고 하더라도 돼지 사육농가에서 자가 치료 및 예방용 목적으로 많이 사용하고 있는 것으로 볼 때 다른 축종과는 달리 돼지에서 내성률 상승은 당연한 결과라고 생각된다.

이번 시험에서 대장균에 대한 Fluroroquinolone 계열 항생제의 내성률 조사 결과 CIP 3.8%, ENO이 3.8%, Cephem계 항생제인 CF 2.4%, XNL 0%를 보였는데, 이는 2003년 전국 도축장 조사 결과 CIP 8.1%, ENO 8.1%, CF 8.1%(송 등, 2004), 2008~2009년 전국 돼지 농장을 대상으로 조사한 CIP 29.3%, CF 18.1%, XNL 0%(식품의약품안전청, 2009)보다는 매우 낮은 수치로 경남지역 농가에서 아직까지 이 계열의 약제에 대한 사용이 미미한 것으로 생각되나 전국적으로 내성률이 증가추세에 있어 앞으로 경남지역에서 이 약제에 대한 모니터링이 필요할 것으로 생각된다.

장구균인 *E. faecalis*에 대한 항생제 내성율은 2006년 도축장 조사 결과 TE 98.7%, SYN 100%, E 66.0%, S 57.3%, C 29.3%, 2009년 돼지농장 조사 결과 TE 99.0%, E 85.1%, S 69.3%, C 60.4%(임 등, 2007; 식품의약품안전청, 2009)인데 비하여 이번 시험에서는 TE 80.8%, SYN 78%, E 56.1%, S 43.8%, C 21.9%의 내성율을 보여 비슷한 종류의 항생제에서 높은 내성율을 보이는 결과는 거의 일치 하지만, 타 시·도에 비하여 경남지역에서 *E. faecalis*균 항생제 내성율은 감소하는 것으로 나타났다. 이러한 결과의 원인은 다양하게 있을 수 있겠지만 질병 예방과 발생 또는 성장 촉진을 위하여 각 시·도 또는 농가별로 사용한 항생제량을 정확하게 알 수 없기 때문에 결론을 도출하기에는 어려움이 있으며, 보다 정확한 분석이 필요할 것으로 생각된다.

*E. faecium*의 경우도 *E. faecalis*와 같이 항생제별 내성률 편차는 있었으나 동일 항생제에 내성율을 보였다.

이번 시험에서 분리된 대장균 208균주에 대하여 사육규모별 항생제 내성률 조사를 한 결과 1,500두 이상 사육하는 농장에서 적게는 1.0%에서 높게는 16.8%정도까지 TE, SXT, AM, FFC, C와 S에 내성율을 보였는데, 이는 사육규모가 클수록 밀사 등 사육환경이 불량하여 질병의 예방이나 치료를 위하여 항생제를 많이 사용하고 있는 것으로 판단되어 밀사 등 사육환경의 개선이 무엇보다 절실히 요구된다.

이와 같이 돼지에서 다른 축종에 비하여 높은 항생제 내성율을 보이는 것은 다른 축종에 비하여 밀집사

육 등으로 인하여 질병 발생이 많고 이를 예방하거나 치료하기 위하여 사료에 항생제를 첨가하거나 항생제를 많이 사용하기 때문인 것으로 판단되며, 또한 판매가 금지된 항생제에 대하여도 지속적으로 내성율이 증가하는 것은 수의사의 처방 없이 누구나 자가 치료 목적으로 쉽게 구입하여 항생제를 남용하기 때문인 것으로 판단된다.

결 론

2009년 경남도내 도축장에 출하된 돼지의 분변과 도체에서 분리한 대장균 및 장구균에 대한 항생제 내성을 검사한 결과 아래와 같은 결과를 얻었다.

대장균의 항생제별 내성율은 TE, AM, S과 C에 대하여 각각 83.6%, 68.2%, 60%와 53.8%를 나타내었으며, 사육규모별 내성율은 1,500두 이상 사육하는 농가에서 TE, AM, S과 C 등에 동일 항생제에 대하여 적게는 1.0%, 높게는 16.8% 정도 높은 내성율을 보였다. 이러한 결과를 다른 시·도와 비교하였을 때 경남지역이 다른 시·도 보다 항생제 내성율이 낮은 것으로 보아 항생제 사용이 비교적 적은 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

- 김애란, 조영미, 임숙경, 허문, 정우석, 정석찬, 권준현. 2007. 가축 유래 지표 세균에 대한 항생제 내성 양상 조사. III. 닭 분변 유래 대장균 및 장구균의 항생제 내성 양상 조사. 한국수의공중보건학회지 31(1): 41-49.
- 김진경, 김철홍, 한승용, 변형우, 박우정, 우홍정, 현인규, 이재정, 이규만. 2005. 한 민간종합 병원에서 최근 5년간 반코마이신 내성 장구균의 장내 군집 및 감염의 임상적 특징. 대한중환자의학회지 20: 54-62.
- 식품의약품안전청. 2003. 국내항생제내성안전관리사업 연구보고서: 1-600.
- 식품의약품안전청. 2006. 축산용 항생제 관리시스템 구축: 19-27.
- 식품의약품안전청. 2009. 가축 및 축산물내 주요항생제내성실태 조사 및 평가: 1-92.
- 송시욱, 정석찬, 김성일, 정명은, 김계희, 이지연, 임숙경, 이명주, 조남인, 박종명, 박용호. 2004. 2003년도 국내 도축장에서 분리한 세균의 항생제 감수성 조사. 1. 도축장의 식육으로부터 분리한 *E. coli*의 항생제 감수성. 한국수의공중보건학회지 28(4): 215-221.
- 일본농림수산성. 2003. 가축유래세균의 항균물질감수성 실태조사.
- 임숙경, 이희수, 변정열, 박신영, 정석찬. 2007a. 가축 유래 지표 세균에 대한 항생제 내성 양상 조사. I. 소 분변에서 분리한 대장균 및 장구균의 항생제 내성 양상 조사. 한국수의공중보건학회지 31(1): 21-29.
- 임숙경, 이희수, 변정열, 박신영, 정석찬. 2007b. 가축 유래 지표 세균에 대한 항생제 내성 양상 조사. II. 돼지 분변에서 분리한 대장균 및 장구균의 항생제 내성 양상 조사. 한국수의공중보건학회지 31(1): 31-39.
- 정석찬, 송시욱, 김성일, 정명은, 김계희, 이지연, 임숙경. 2007. 국내 도축장에서 분리한 세균의 항생제 감수성 조사. 2. 도축장의 식육으로부터 분리한 *Salmonella*균의 항생제감수성. 한국수의공중보건학회지 31(1): 51-56.
- 하준일, 홍기성, 송시욱, 정석찬, 민형식, 신형철, 이기욱, 임경중, 박종명. 2003. 축산 및 수산분야의 항생물질 사용실태 조사. 한국수의공중보건학회지 27(4): 205-217.
- Ahart JC, Burton GC, Blendon DC. 1978. The influence of antimicrobial agents on the percentage of tetracycline-resistant bacteria in faeces of human and animals. J Appl Bacteriol 44: 183-190.
- Bartholomew MJ, Vose DJ, Tolldfson LR, Travis CC. 2005. A linear model for managing the risk of antimicrobial resistance originating in food animals. Risk Anal 25: 99-108.
- Chen S, Zhao S, White DG, Schroeder CM, Lu R, Yang H, McDermott PF, Ayers S, Meng J. 2004. Characterization of multiple-antimicrobial-resistant *Salmonella* serovars isolated from reptail meats. Appl Environ Microbiol 70(1): 1-7.
- Ewing WH. 1986. Edwards and Ewing's identification of Enterobacteriaceae. 4th ed. Elsevier Science Publish Co. Inc. New York: 181-318.
- Gebreyes WA, Altier C. 2002. Molecular characterization of multidrug-resistant *Salmonella enterica* subsp. *enterica* serovar Typhimurium isolates from swine. J Clinmicrobiol 40(8): 2813-2822.
- Hummel R, Tschape H, Witte W. 1986. Spread of plasmid mediated nourseothricin resistance due to antibiotic use in animal Husbandry. J Basic Microbiol 26: 461-466.
- Klein G. 2003. Taxonomy, ecology and antibiotic resistance of enterococci from food and the gastro-intestinal tract. Int J Food Microbiol 88: 123-131.
- Krieg NR, Holt JG, Murray RGE, Brenner DJ, Bryant MP, Holt JG, Krieg NR, Moulder JW, Pfennig N, Sneath PHA, Staley JT. 1984. In Bergey's manual of systematic bacteriology. Volume 1. Williams & Wilkins Co. Baltimore: 409-505.
- Kühn I, Iversen A, Burman LG, Olsson-Liljequist B, Franklin A, Finn M, Aarestrup F, Seyfarth AM, Blanch AR, Vilanova X, Taylor H, Caplin J, Moreno MA, Dominguez L, Herrero IA, Möllby R. 2003. Comparison of enterococcal populations in animals, humans, and the environment. a European study. Int J Food Microbiol 88(2-3): 133-145.
- Lester SC, del Pilar Pla M, Wang F, Perez Schael I, Jiang H, O'Brien T. 1990. The Carrage of *Escherichia coli* resis-

- tance to antimicrobial agents by healthy children in Boston, in Caracas, Venezuela and in Qin Pu, China. *New Engl J Med* 323: 285-289.
- Murry BE. 1994. Can antibiotic resistance be controlled. *New Engl J Med* 30: 1229-1230.
- NARMS 2003. National Antimicrobial Resistance Monitoring System. Enteric Bacteria. USA.
- Pazdemik TL, Corbett MD. 1980. Role of chloramphenicol reduction products in aplastic anemia. *Pharmacology* 20: 87-94.
- Pohl P, Lintermans P. 1987. Reservoirs of resistance plasmids. *J Toxicol Clin Exp* 7: 383-397.