

## 부산지역 사육우에서 분리한 장구균의 항생제 내성에 관한 연구

박주현 · 김홍태 · 박민식<sup>†</sup>  
축산물위생검사소

### A Surveillance Study of Antibiotic Resistance of *Enterococcus spp.* Isolated from Cattle in Busan Area

Park Ju-hyun, Kim Hong-tae and Park Min-sik<sup>†</sup>  
Veterinary Service Laboratory

#### Abstracts

In this study, We investigated the antimicrobial resistance of *Enterococcus spp.* from cattle feces in Busan. Nineteen strains of *Enterococcus faecium* and 15 strains of *Enterococcus faecalis* were isolated from 101 fecal samples and examined for antimicrobial resistance using 13 antimicrobial agents. *E. faecium* isolates were resistant to 6 antibiotics; erythromycin (68.4 %), tetracycline(57.9 %), ciprofloxacin(52.6 %), rifampin(36.8 %), quinupristin-dalfopristin(36.8 %) and linezolid(21.1 %). *E. faecalis* isolates were resistant to 5 antibiotics; tetracycline(40.0 %), quinupristin-dalfopristin(33.3 %), erythromycin(26.7 %), ciprofloxacin(26.7 %) and rifampin(20.0 %). Antimicrobial resistance to erythromycin, tetracyclines and quinupristin-dalfopristin was slightly higher than average of antimicrobial resistance on food animals in Korea(2012). Multi-drug resistance were observed in 73.7 % of *E. faecium* and 46.6 % of *E. faecalis*. The resistance rates of isolates from old cattle ( $\geq 2$  years old) were higher than young cattle and isolates from Holstein were more resistant to antimicrobial agents than Hanwoo.

**Key words** : *Enterococcus*, cattle, antibiotic resistance, *E. faecalis*, *E. faecium*

#### 서론

항생제는 오랜기간 동물 및 사람의 치료 목적으로 유용하게 사용되었다. 항생제는 치료 목적 이외에도 동물의 성장을 돕는다는 것이 알려지면서 사료첨가제로서 사용이 증가하였다<sup>1)</sup>. 하지만 항생제 사용의 증가는 항생제 내성균의 출현을 야기하였다. 낮은 농도로 지속적으로 항생제에 노출된 결과 이에 저항하는 세균이 속속 등장하기 시작

했다<sup>2)</sup>. 예를 들면, *Streptomyces candidas*로부터 유래한 glycopeptide계 물질인 avoparcin은 성장촉진제로 널리 사용되었는데 이로 인해 avoparcin에 저항하는 세균만 선택적으로 살아남게 되었고 이들이 살아남아 우연히 인체에 감염되어 항생제 저항 인자를 전달하여 인류 건강을 위협하였다<sup>3-5)</sup>. 또한 사람에서 gentamicin 저항성 장구균의 증가 원인이 닭과 칠면조 같은 식용동물에서 gentamicin 사용증가 때문이라는 보고도 있었다<sup>6)</sup>. 식용동물 성장

<sup>†</sup> Corresponding author. E-mail : vet38@korea.kr  
Tel : +82-51-331-5012, Fax : 82-51-338-8266

촉진을 위한 식품첨가물로 사용되는 virginiamycin, avoparcin, macrolide계 항생물질이 장구균감염증 혹은 다른 세균성 감염증의 치료에 사용하는 vancomycin에 교차내성을 유발한다는 보고 이후<sup>3,4,7</sup> EU에서는 이의 사용을 금지했으며, 이 조치 후 독일, 네덜란드에서 vancomycin 저항성 장구균(VRE)의 출현은 감소했다<sup>8</sup>. VRE는 1986년 유럽에서 처음 분리되었고 1987년 미국에서 분리되었으며 그 이후 전 세계적으로 발견되었다<sup>9,10</sup>. 우리나라에서도 1992년에 처음으로 분리보고가 되었다<sup>11</sup>. Glycopeptide계 항생제는 생명을 위협하는 감염증 치료에서 사용되는 마지막 항생제로 여겨지는 상황이기 때문에 같은 glycopeptide계 항생제인 vancomycin에 저항하는 장구균주의 증가는 심각하게 받아들여지고 있다<sup>12</sup>.

장구균은 lactic acid bacteria(LAB)에 속하는 미생물로서 그람양성, 아포미형성, 카탈라제 음성, 옥시다제 음성인 통성혐기성균이다. 1984년에 DNA-DNA hybridization과 16s rRNA sequencing 연구로 *Streptococcus faecalis*와 *Streptococcus faecium*이 다른 *Streptococcus*와 다르다는 것이 밝혀지고 난 후 장구균속에 속하게 되었다<sup>13-16</sup>. 장구균속은 28종 이상이 있지만<sup>17</sup> 일반적으로 동물의 장내 정상 세균총으로 중요한 병원체가 아니다. 하지만 *E. faecium*과 *E. faecalis*를 포함한 일부는 사람에서는 기회감염 병원균으로 병원내 감염을 일으키며 면역력이 저하된 사람에게서는 심내막염 및 패혈증, 요로관감염증 등을 유발하기도 한다<sup>16,18-20</sup>. 특히 미국에서 장구균은 병원내감염의 약 12%를 차지하며 2번째로 빈번하다는 보고도 있었다<sup>21</sup>.

장구균이 항생제 내성과 관련해 중요한 이유는 cephalosporins, penicillins 등의 항생제에 자연내성을 갖고 있을 뿐만 아니라 잠재적으로 내성을 획득할 수 있는 균이기 때문이며 이는 특히 그람양성

균에서 항생제 내성인자를 전달할 수 있기 때문에 중요하다<sup>22-24</sup>. 동물에 있는 장구균이 인체에 감염하기는 쉽지 않은 것으로 알려져 있지만 동물의 장구균에 있는 항생제 저항 유전부위가 food chain 등을 통해 인간의 장구균으로 전이될 수 있다는 것이 밝혀졌으며 이는 동물에서의 항생제 내성균의 증가가 결국은 인간에게도 영향을 끼칠 것이란 것을 의미한다<sup>3,5,24,25</sup>. 장구균들은 다양한 방법으로 항생제 내성 유전자를 전달하기 때문에 문제시 되며<sup>26</sup> 항생제 내성 장구균은 식용동물과 동물유래 식품에서 일반적으로 상재하고 있으며 이들에 오염된 식품을 섭취하거나 또는 환경으로부터 빈번하게 사람으로 전달된다<sup>1,25</sup>. 최근 연구에서 동물에 존재하는 장구균이 사람 장내에서 증식하기는 쉽지 않을 지라도 저항성 유전자의 전달이 가능성이 실험적으로 밝혀져 축산물 항생제 내성균 문제에 관심이 더욱 증대되고 있다<sup>27,28</sup>. 현재 우리나라에서도 국가항생제 내성 감시사업의 일환으로 농림축산검역본부에서 『축산 항생제내성균 감시체계 구축사업』을 펼치고 있으나 부산의 경우 도축장이 폐업을 하게 됨에 따라 감시사업 대상에서 제외되어 항생제 내성양상을 지속적으로 모니터링 하기위해 이 연구를 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 시료 채취

2013년 1월부터 11월까지 사육규모를 감안하여 16농가를 선정하여 사육우 101두(한우 65두, 젃소 36두)의 직장에서 분변을 채취하였다. 채취한 시료는 냉장상태를 유지하여 실험실로 운반후 24시간 이내에 균분리를 실시하였다.

### 분리 및 동정

분변시료는 Enterococcus agar(EA)에 직접도

말하여 37 °C에서 24 - 48시간 배양하였다. 그 중 EA에서 검정색 집락을 3개 선별하여 Tryptic soy agar(TSA)에서 37 °C, 18 - 24시간 배양한 후 polymerase chain reaction(PCR)을 실시하여 균을 최종 확인하였다. 또한 VRE를 분리하기 위하여 vancomycin(6 µL/mL)이 함유된 EA배지에 접종하여 37 °C, 18 - 24시간 배양하고 검정 집락을 선별하여 vancomycin(6 µL/mL)이 함유된 TSA 배지에 접종하여 37 °C, 18 - 24시간 배양하고 PCR을 실시하여 최종 확인하였다.

### 항생제 내성 검사

항생제 내성 검사는 농림축산검역본부에서 국가 항생제안전관리사업(NARMP, National Antimicrobial Resistance Management Program)의 일

환인 『축산 항생제내성균 감시체계구축』 사업에서 제시하는 방법에 따라 실험을 실시하였으며 디스크확산법을 사용하였다. 총 13종의 항생제에 대하여 실험을 진행하였으며 사용한 항생제 디스크는 BBL Sensi-Disc(Becton Dickinson, USA)의 penicillin, streptomycin, gentamicin, vancomycin, erythromycin, tetracycline, ciprofloxacin, rifampin, chloramphenicol, florfenicol, quinupristin-dalfopristin, linezolid, bacitracin이었다. TSA에서 선별한 장구균 집락을 Tryptic soy broth(TSB)에 옮겨심고 37 °C에서 18 - 24시간 동안 배양한 후 0.5 McFarland로 맞추어 Muller-Hinton agar에 60°로 회전하면서 3회 멸균면봉을 사용해 도말하였다. 도말한 후 15분 이내에 평판에 항생제 감수성시험디스크를 심고 16 - 18시간 후 항생제 감수성을 판정

**Table 1.** Primers used for multiplex PCR to differentiate *E. faecalis* & *E. faecium*<sup>29)</sup>

Target	Product size	Amplified gene	Sequence
<i>E. faecium</i>	550	ddl <sub><i>E. faecium</i></sub>	F: 5'-GCAAGGCTTCTTAGAGA-3' R: 5'-CATCGTGTAGCTAACTTC-3'
<i>E. faecalis</i>	941	ddl <sub><i>E. faecalis</i></sub>	F: 5'-ATCAAGTACAGTTAGTCTT-3' R: 5'-ACGATTCAAAGCTAACTG-3'

**Table 2.** List of antibiotics and clear zone breakpoint

Antibiotics(abbrev.)	Concentration of resistance disc	Clear zone diameter		
		Resistance	Intermediate	Sensitive
Penicillin(P)	10 IU	R ≤ 14	-	15 ≤ S
Streptomycin(S)	300 µg	R ≤ 6	7 - 9	10 ≤ S
Gentamicin(GM)	120 µg	R ≤ 6	7 - 9	10 ≤ S
Vancomycin(VA)	30 µg	R ≤ 14	15 - 16	17 ≤ S
Erythromycin(E)	15 µg	R ≤ 13	14 - 22	23 ≤ S
Tetracycline(TE)	30 µg	R ≤ 14	15 - 18	19 ≤ S
Ciprofloxacin(CIP)	5 µg	R ≤ 15	16 - 20	21 ≤ S
Rifampin(RA)	5 µg	R ≤ 16	17 - 19	20 ≤ S
Chloramphenicol(C)	30 µg	R ≤ 12	13 - 17	18 ≤ S
Florfenicol(FFC)	30 µg	R ≤ 12	13 - 17	18 ≤ S
Quinupristin-dalfopristin(SYN)	15 µg	R ≤ 15	16 - 18	19 ≤ S
Linezolid(LNZ)	30 µg	R ≤ 20	21 - 22	23 ≤ S
Bacitracin(B)	10 IU	R ≤ 8	9 - 12	13 ≤ S

하였으며 표준균주는 *E. faecalis* ATCC29212와 *Staphylococcus aureus* ATCC29213을 사용하였다.

## 결 과

### 장구균의 분리 및 동정

16개 농가 101건의 분변시료에서 분리된 장구균은 34주(33.7%)였으며 *E. faecium*이 19주(18.8%), *E. faecalis*가 15주(14.9%)로 나타났다.

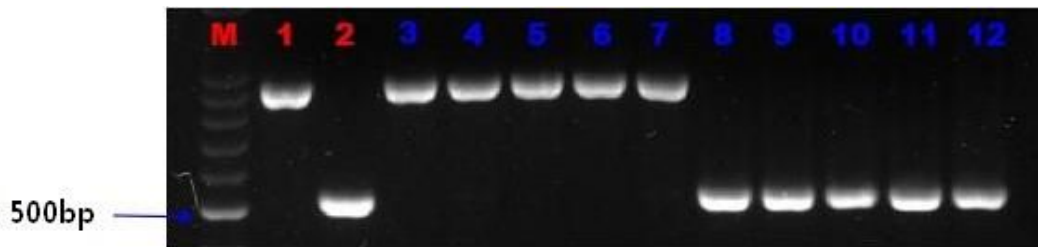
### 분리된 *E. faecium*의 항생제 내성율

분변에서 분리된 *E. faecium*의 항생제 내성은 Table 3과 같이 총 13개 약제 중 6개에서 나타났다. 내성율은 erythromycin이 68.4%로 가장 높게 나타

났으며, tetracycline 57.9%, ciprofloxacin 52.6%, rifampin 36.8%, quinupristin-dalfopristin 36.8%, linezolid 21.1% 순으로 나타났으며, penicillin, streptomycin, gentamicin, vancomycin, chloramphenicol, florfenicol, bacitracin에 대해서는 내성을 나타내는 균주가 없었다.

### 분리된 *E. faecalis*의 항생제 내성율

내성율은 tetracycline이 40.0%로 가장 높게 나타났으며, quinupristin-dalfopristin 33.3%, erythromycin 26.7%, ciprofloxacin 26.7%, rifampin 20.0% 순으로 나타났으며, *E. faecium*과 동일하게 penicillin, streptomycin, gentamicin, vancomycin, chloramphenicol, florfenicol, bacitracin에 대해서



**Fig. 1.** Multiplex PCR for identification of *E. faecalis* & *E. faecium*.(M: Marker, L1: *E. faecium*, L2: *E. faecalis*, L3 - L12: samples)

**Table 3.** Resistance to specific antimicrobials in *E. faecium* isolates from cattle feces

Antibiotics	No. of isolates(n=19)		
	No. of resistance(%)	No. of intermediate(%)	No. of sensitive(%)
Penicillin	0( 0.0)	0( 0.0)	19(100.0)
Streptomycin	0( 0.0)	0( 0.0)	19(100.0)
Gentamicin	0( 0.0)	0( 0.0)	19(100.0)
Vancomycin	0( 0.0)	0( 0.0)	19(100.0)
Erythromycin	13(68.4)	0( 0.0)	6( 31.6)
Tetracycline	11(57.9)	0( 0.0)	8( 42.1)
Ciprofloxacin	10(52.6)	0( 0.0)	9( 47.4)
Rifampin	7(36.8)	0( 0.0)	12( 63.2)
Chloramphenicol	0( 0.0)	0( 0.0)	19(100.0)
Florfenicol	0( 0.0)	0( 0.0)	19(100.0)
Quinupristin-dalfopristin	7(36.8)	2(10.5)	10( 52.6)
Linezolid	4(21.1)	0( 0.0)	15( 78.9)
Bacitracin	0( 0.0)	0( 0.0)	19(100.0)

는 내성을 나타내는 균주가 없었고 추가적으로 linezolid에 대해서도 내성을 나타내는 균주가 나타나지 않았다.(Table 4)

#### 장구균의 항생제 내성의 특징과 패턴

Table 5와 6에서 보는바와 같이 *E. faecium*과 *E. faecalis* 모두 내성을 나타낸 항생제는 erythromycin, tetracycline, ciprofloxacin, rifampin,

quinupristin-dalfopristin이었으며 penicillin, streptomycin, gentamicin, chloramphenicol, florfenicol, bacitracin에 대해서 내성을 나타내는 균주는 없었고, 특히 vancomycin에 대한 내성을 나타내는 균주 역시 발견되지 않았다. linezolid는 *E. faecium*에서는 4개의 균주에서 내성을 나타내었지만 *E. faecalis*에선 내성을 나타내지 않았다. *E. faecium*과 *E. faecalis* 모두에서 높은 내성을 보인

**Table 4.** Resistance to specific antimicrobials in *E. faecalis* isolates from cattle feces

Antibiotics	No. of isolates(n=15)		
	No. of resistance(%)	No. of intermediate(%)	No. of sensitive(%)
Penicillin	0( 0.0)	0( 0.0)	15(100.0)
Streptomycin	0( 0.0)	0( 0.0)	15(100.0)
Gentamicin	0( 0.0)	0( 0.0)	15(100.0)
Vancomycin	0( 0.0)	0( 0.0)	15(100.0)
Erythromycin	4(26.7)	0( 0.0)	11( 73.3)
Tetracycline	6(40.0)	2(13.3)	7( 46.7)
Ciprofloxacin	4(26.7)	0( 0.0)	11( 73.3)
Rifampin	3(20.0)	0( 0.0)	12( 80.0)
Chloramphenicol	0( 0.0)	0( 0.0)	15(100.0)
Florfenicol	0( 0.0)	0( 0.0)	15(100.0)
Quinupristin-dalfopristin	5(33.3)	0( 0.0)	10( 66.7)
Linezolid	0( 0.0)	0( 0.0)	15(100.0)
Bacitracin	0( 0.0)	0( 0.0)	15(100.0)

**Table 5.** Antimicrobial resistance patterns of *E. faecium* isolates from cattle feces

No. of antibiotics	Patterns of resistance	No. of isolates(%) (n=19)
0	-	2(10.5)
1	TE	2(10.5)
	E	1( 5.3)
2	E, RA	1( 5.3)
	TE, E	1( 5.3)
3	E, TE, RA	1( 5.3)
	E, CIP, SYN	3(15.8)
	TE, RA, SYN	1( 5.3)
	E, TE, CIP	1( 5.3)
	TE, CIP, LNZ	1( 5.3)
4	E, TE, CIP, RA	1( 5.3)
5	E, TE, CIP, RA, LNZ	2(10.5)
	E, TE, CIP, RA, SYN	1( 5.3)
	E, TE, CIP, SYN, LNZ	1( 5.3)

**Table 6.** Antimicrobial resistance patterns of *E. faecalis* isolates from cattle feces

No. of antibiotics	Patterns of resistance	No. of isolates(%) (n=15)
0	-	1(6.7)
1	E	2(13.3)
	TE	4(26.7)
	SYN	1( 6.7)
2	CIP, SYN	2(13.3)
	E, RA	1( 6.7)
	TE, RA	1( 6.7)
	E, CIP	1( 6.7)
	TE, SYN	1( 6.7)
3	CIP, RA, SYN	1( 6.7)

항생제는 erythromycin 17개 균주, tetracycline 17개 균주, ciprofloxacin 14개 균주로 나타났다.

*E. faecium* 분리균 중 공시 약제에 대해 어떠한 내성도 나타내지 않는 균주는 10.5 %였으며 3제 내성균(erythromycin, ciprofloxacin, quinupristin-dalfopristin)이 15.8 %, 5제 내성균(erythromycin, tetracycline, ciprofloxacin, rifampin, linezolid) 과 tetracycline 단일 내성균주가 10.5 %로 나타났다. *E. faecalis* 분리균 중 내성을 나타내지 않는 균주는 6.7 %였으며 tetracycline 단일 내성균주가 26.7 %로였다. 2제 내성균주(ciprofloxacin, quinupristin-dalfopristin)와 erythromycin 단일 내성균주는 13.3 %로 나타났다.

**연령, 축종에 따른 항생제 내성을**

*E. faecium*과 *E. faecalis* 모두 연령에 따라 항생제 내성 약제수가 증가하는 것으로 나타났다. *E.*

*faecium*의 경우 2세 이하에서 평균 항생제 내성 약제수는 2.4개였으나 3세 이상에서는 2.9개로 나타났다으며 *E. faecalis*의 경우도 2세 이하에서는 1.2개로 낮았지만 3세 이상에선 2.3개로 2배 가까이 증가하는 추세를 보였다.(Table 7)

축종별로는 젖소에서 비교적 내성 약제수가 많았다. *E. faecium*에서 한우는 2.3개, *E. faecalis*에서 1.4개의 약제에 대해 내성을 나타냈으나 젖소의 경우 *E. faecium*에서 2.9개, *E. faecalis*에서 2.3개의 약제에 대해 내성을 나타냈다.(Table 8)

**고 찰**

본 연구는 부산지역에서 사육되는 소에 대한 내성실태를 조사하여 내성 추이를 추적하는 한편 효율적인 치료를 위한 항생제를 제시하기 위해 수행하였다. 장구균은 장내 정상세균총으로 상재

**Table 7.** Antibiotic resistance pattern of *Enterococcus. spp* isolates on cattle ages

Species	Under 2years old			2years old or more		
	No. of head	No. of resistant antibiotics	Avg. of resistant antibiotics	No. of head	No. of resistant antibiotics	Avg. of resistant antibiotics
<i>E. faecium</i>	5	12	2.4	14	40	2.9
<i>E. faecalis</i>	11	13	1.2	4	9	2.3

**Table 8.** Antibiotic resistance pattern of *Enterococcus. spp* isolates on cattle breeds

Species	Hanwoo			Holstein		
	No. of head	No. of resistant antibiotics	Avg. of resistant antibiotics	No. of head	No. of resistant antibiotics	Avg. of resistant antibiotics
<i>E. faecium</i>	11	25	2.3	8	27	3.4
<i>E. faecalis</i>	14	20	1.4	1	2	2.0

하며 매일 투여되는 항생제에 노출되기 때문에 항생제 내성 모니터링에 적합한 세균으로 알려져 있으므로 실험에 사용하였다<sup>30,31</sup>. 1960년대 초에 가축에서 내성균의 등장으로 Swann위원회에서는 사람에게서 치료 목적으로 사용되는 항생제에 대해서는 동물에서 성장촉진용으로 사용되어선 안된다고 주장하였다<sup>32</sup>. 이 가이드라인은 유럽에서 즉각 시행되었지만 사료첨가제로 사용되면서 사람에게 사용되지 않는 항생제에 대해서는 제제를 하지 않았고 이는 구조적으로 유사한 약물인 avoparcin에 의한 vancomycin 내성을, virginiamycin에 의한 quinupristin-dalfopristin 내성을, avilamycin에 의한 evernimicin 내성을 유발하였다<sup>33</sup>. 즉, 식용동물이 내성균, 내성유전자의 감염원 역할을 하고 이를 통해 사람에게 전파되므로<sup>1</sup> 식용동물에서 항생제 사용의 감축은 인의에서 쓰는 항생제의 내성발현 기간을 늦출 수 있다. 이러한 이유로 WHO(World Health Organization)에서는 성장촉진용 항생제 사용의 감축을 권고했다<sup>34</sup>. 1995년 덴마크에서는 동물의 성장촉진용으로 사용되던 avoparcin의 사용을 금지시켰으며 1998년에는 virginiamycin의 사용을 금지시켰고<sup>33</sup> 국내에서도 1997년 avoparcin의 사료첨가제로 사용을 금지시켰다. 항생제 내성에 대한 높아진 관심으로 세계 각국에서는 NARMS(미국), CIPARS(캐나다), NORM-VET(노르웨이), NARAN(네덜란드) 등 항생제 내성을 모니터링하기 위한 사업을 실시하고 있으며 우리나라에서도 농림축산검역본부에서 2003년부터 축산용 항생제

관리시스템 구축 사업을 수행하였으며 2008년 『축산 항생제 내성균 감시체계 구축』 사업으로 확대하여 실시하기 시작했다.

본 연구에서 소 분변으로부터 분리·동정한 장구균에 대한 내성시험은 총 13종 항생제에 대해 이뤄졌으며 *E. faecium*에서는 erythromycin이 68.4 %, tetracycline 57.9 %, ciprofloxacin 52.6 %, quinupristin-dalfopristin 36.8 %으로 나타났다. 전국 도축장 출하우 분변을 대상으로 한 2008년 수의과학검역원 자료에선 tetracycline 85.2 %, quinupristin-dalfopristin 32.8 % erythromycin 31.1 %로 나타났으며 2012년 자료에선 tetracycline 30.2 %, quinupristin-dalfopristin 17.0 % ciprofloxacin 15.1 %, erythromycin 13.2 %로 나타났다. 2008년에 비해 2012년에 *E. faecium* 항생제 내성균주 출현이 감소하였는데 이는 2000년부터 배합사료 내 항생제 사용이 규제되기 시작하면서부터 전반적인 항생제 사용량이 감소하여 나타난 결과로 추정된다<sup>35,36</sup>. *E. faecalis*는 tetracycline이 40.0 %, quinupristin-dalfopristin 33.3 %, erythromycin 26.7 %, ciprofloxacin 26.7 %의 내성을 나타내었는데, 2008년 전국자료에서 tetracycline이 100 %, erythromycin 71.9 %, gentamicin 46.9 %, streptomycin 43.8 %, chloram-phenicol 40.6 %, ciprofloxain 34.4 %로 나타났고, 2012년 자료에선 tetracycline이 58.8 %, streptomycin 27.5 %, erythromycin 23.8 %, chloram-phenicol 16.3 %, gentamicin 8.8 %, ciprofloxain 8.8 %로 나타났

다. *E. faecalis*는 2008년과 비교해 2012년에 대부분의 항생제에서 내성율이 감소하였고 이는 *E. faecium*의 경우와 같이 배합사료내 항생제 첨가 감소와 관련이 있는 것으로 추정된다. tetracycline과 erythromycin의 내성율은 전국평균과 비슷했지만 streptomycin, chloramphenicol, gentamicin 내성균이 부산에서는 발견되지 않은 점과 ciprofloxacin 내성율이 부산이 더 높다는 점에서 차이가 있었다<sup>35,36</sup>. *E. faecium*의 경우 부산지역에서 내성균주가 상대적으로 많이 나왔는데 *E. faecalis*의 경우는 전국평균과 유사하거나 적게나온 경향이 있었다. 이들 두 균이 차이가 나는 원인에 관해선 연구가 좀 더 필요할 것으로 생각된다.

서론에서 밝혔듯이 동물에서 항생제의 과도한 사용은 내성균의 출현을 야기하고 그 내성 유전자가 인간에 전달되어 피해를 입힌다는 점을 감안한다면 좀 더 적극적으로 동물 항생제 사용 문제에 대처할 필요가 있을 것으로 사료된다. 정부에서는 2000년부터 『배합사료제조용 동물용의약품 등 사용기준』을 신설하고 점차 기준을 강화해 오다 2011년 7월부터 배합사료에 항생제 첨가를 전면 금지하기에 이르렀으며, 학계에서도 생균제를 사료에 첨가해 닭에 급여하여 닭의 증체율이 상승했다는 보고가 있는 등 항생물질을 대체할만한 성장촉진용 사료첨가제 개발에 힘을 쏟고 있다. 또한 2013년 8월부터 수의사법 개정으로 수의사 처방제가 도입됨에 따라 동물에서의 항생제 사용문제가 어느 정도 감소될 것으로 판단된다.

## 결론

2013년 부산지역 사육우 분변 101건에서 분리한 장구균 34개 균주(*E. faecium* 19개 균주, *E. faecalis*

15개 균주)의 항생제 내성을 검사한 결과는 다음과 같다.

1. *E. faecium*의 항생제 내성율은 erythromycin이 68.4 %, tetracycline 57.9 %, ciprofloxacin 52.6 %, rifampin 36.8 %, quinupristin-dalfopristin 36.8 %, linezolid 21.1 %로 나타났으며,
2. *E. faecalis*의 내성율은 tetracycline이 40.0 %, quinupristin-dalfopristin 33.3 %, erythromycin 26.7 %, ciprofloxacin 26.7 %, rifampin 20.0 %로 나타났다.
3. *E. faecium* 분리균 중 3제 내성균(erythromycin, ciprofloxacin, quinupristin-dalfopristin)이 15.8 %, 5제 내성균(erythromycin, tetracycline, ciprofloxacin, rifampin, linezolid)과 tetracycline 단일 내성균주가 10.5 %로 나타났으며 공시 약제에 대해 어떠한 내성도 나타내지 않는 균주는 10.5 %였다.
4. *E. faecalis* 분리균 중 tetracycline 단일 내성균주가 26.7 %로 높게 나타났으며 erythromycin 단일 내성균주와 2제 내성균주(ciprofloxacin, quinupristin-dalfopristin)가 13.3 %였고 내성을 나타내지 않는 균주는 6.7 %였다.
5. *E. faecium*과 *E. faecalis* 모두 사육우의 연령이 증가할수록 항생제 내성약제수가 많았다.
6. 젖소가 한우보다 내성약제수가 많았다.

## 참고문헌

1. Witte, W., "Medical consequences of antibiotic use in agriculture", Science, 279, 996 - 997(1998)
2. Witte, W., "Selective pressure by antibiotic use in livestock", Int. J. Antimicrob. Agents, 16, 19 - 24(2000)



3. Bates, J., Jordens, J.Z., Griffiths, D.T., "Farm animals as a putative reservoir for vancomycin-resistant enterococcal infection in man", *J. Antimicrob. Chemother.*, 34, 507 - 514(1994)
4. Klare, I., Heier H., Claus, H., Reissbrodt R., Witte W., "VanA-mediated high-level glycopeptide resistant *Enterococcus faecium* from animal husbandry", *FEMS Microbiol. Lett.*, 125, 165 - 171(1995)
5. Bager, F., Madsen, M., Christensen, J., Aarestrup, F.M., "Avoparcin used as a growth promoter is associated with the occurrence of vancomycin-resistant *Enterococcus faecium* on Danish poultry and pig farms", *Prev. Vet. Med.*, 31, 95 - 112(1997)
6. Donabedian, S.M., Thal, L.A., Hershberger, E., Perri, M.B., Chow, J.W., Bartlett, P., Jones, R., Joyce, K., Rossiter, S., Gay, K., Johnson, J., Mackinson, C., Debess, E., Madden, J, Anquilo, F., Zervos, M.J., "Molecular characterization of gentamicin-resistant enterococci in the United States: evidence of spread from animals to humans through food", *J. Clin Microbiol.*, 41(3), 1109 - 1113(2003)
7. Bates, J., Epidemiology of vancomycin-resistant enterococci in the community and the relevance of farm animals to human infection, *J. Hosp. Infect.*, 37, 89 - 101(1997).
8. Klare, I., Badstubner, D., Konstabel, C., Böhme, G., Claus, H., Witte, W., "Decreased incidence of VanA-type vancomycin-resistant enterococci isolated from poultry meat and from fecal samples of humans in the community after discontinuation of avoparcin usage in animal husbandry", *Microb. Drug Resist.*, 5(1), 45 - 52(1999)
9. Leclercq, R., Derlot, E., Duval, J., Courvalin, P., "Plasmid-mediated resistance to vancomycin and teicoplanin in *Enterococcus faecium*", *N. Engl. J. Med.*, 319, 157 - 161(1988)
10. Frieden, T.R., Munsiff, S.S., Low, D.E., Willey, B.M., Williams, G., Faur, Y., Eisner, W., Warren, S., Kreiswirth, B., "Emergence of vancomycin-resistant enterococci in New York City", *Lancet*, 342, 76 - 79(1993)
11. Kim, S.J., Lee, N.Y., Song, J.H., Kim, S.M., Peck, K.R., Choi, M.S., Kim, E.J., Lee, W.G., Lee, K.W., Pai, C.H., "A study on molecular epidemiology of vancomycin-resistant enterococci isolated from hospitals in Korea", *Kor. J. Infect. Dis.*, 30, 1 - 9(1998)
12. Wilke, W.W., Marshall, S.A., Coffman, S.L., Pfaller, M.A., Edmund, M.B., Wenzel, R.P., Jones, R.N., "Vancomycin-resistant *Enterococcus raffinosus*: Molecular epidemiology, species identification error, and frequency of occurrence in a national resistance surveillance program", *Diag. Microbiol. Inf. Dis.*, 29(1), 43 - 49(1997)
13. Wood, B.J.B., Holzappel, W.H. : *The Genera of Lactic Acid Bacteria*, vol. 2. Blackie Academic & Professional, London, 327 - 367(1995)
14. Hardie, J.M., Whiley, R.A., "Classification and overview of genera *Streptococcus* and *Enterococcus*", *Society for Applied*

- Bacteriology Symposium Series, 26, 1S - 11S (1997)
15. Schleifer, K.H., Kilpper-Bälz, R., "Molecular and chemotaxonomic approaches to the classification of streptococci, enterococci and lactococci: a review", *Systematic and Applied Microbiol.*, 10, 1 - 19(1987)
  16. Stackebrandt, E., Teuber, M., "Molecular taxonomy and phylogenetic position of lactic acid bacteria", *Biochimie*, 70(3), 317 - 324(1988)
  17. Foulquié Moreno, M.R., Sarantinopoulos, P., Tsakalidou, E., Vuyst, L., "The role and application of enterococci in food and health", *Int. J. Food Microbiol.*, 106, 1 - 24 (2006)
  18. Hayes, J.R., English, L.L., Carter, P.J., Proescholdt, T., Lee, K.Y., Wagner, D.D., White, D.G., "Prevalence and antimicrobial resistance of *Enterococcus* species isolated from retail meats", *Applied and Environment Microbiol.*, 69, 7153 - 7160(2003)
  19. Monstein H., Quednau, M., Samuelsson, A., Ahrne, S., Isaksson, B., Jonasson, J., "Division of genus *Enterococcus* into species groups using PCR-based molecular typing methods", *Microbiology*, 144, 1171 - 1179(1998)
  20. Coque, T.M., Tomayko, J.F., Ricke, S.C., Okhyusen, P.C., Murray, B.E., "Vancomycin-resistant enterococci from noscomial, community, and animal source in the United States", *Antimicrob. Agent Chemother.*, 40, 2605 - 2609(1996)
  21. Edmond, M.B., Wallace, S.E., McClish, D.K., Pfaller, M.A., Jones, R.N., Wenzel, R.P., "Noscomial bloodstream infections in United States hospitals: a three-year analysis", *Clin. Infect. Dis.*, 29, 239 - 244(1999)
  22. Moellering, R.C., "Vancomycin resistant *Enterococci*", *Clin. Infect. Dis.*, 29, 95 - 102 (1998)
  23. Murray, B.E., "The life and times of *Enterococcus*", *Clin. Microbiol. Rev.*, 3, 46 - 65(1990)
  24. Giorgio Giraffa, "Enterococci from food", *FEMS Microb. Review*, 26, 163 - 171(2002).
  25. Bodnar U.R., Noskin, G.A., Suriano, T., Cooper, I., Reisberg, B.E., Peterson, L.R., "Use of in-house studies of molecular epidemiology and full species identification for controlling spread of Vancomycin resistant *Enterococcus faecalis* isolates", *Clin. Microbiol.*, 34(9), 2129 - 2132(1996)
  26. Heuer, O.E., Hammerum, A.M., Colignon, P., Wegener, H.C., "Human health hazard from Antimicrobial-resistant *Enterococci* in animals and food", *Food safety*, 43, 911 - 916(2006)
  27. Wassenaar T.M., "Use of antimicrobial agents in veterinary medicine and implications for human health", *Critical Reviews in Microbiol.*, 31, 155 - 169(2005)
  28. Lester C.H., Frimodt-Moller N., Sorrensen T.L., Monnet D.L., Hammerum, A.M., "In vivo transfer of the *vanA* resistance gene from *Enterococcus faecium* isolate of animal origin to an *E. faecium* isolate of human origin in the intestines of human volunteers",

- Antimicrobial Agent Chemother., 50, 97 - 100(2006)
29. Dutka-Malen, S., Evers, S., Courvalin, P., "Detection of glycopeptide resistance genotypes and identification to the species level of clinically relevant Enterococci by PCR", J. Clin. Microbiol., 33, 24 - 27(1995)
  30. Lwvin, B. R., Lipsitch, M., Perrot, V., Schrag, S., Antia, R., Simonsen, L., Walker, N. M. and Stewart, F.M., "The population genetics of antibiotic resistance", Clin. Infect. Dis, 24, 9 - 16(1997)
  31. 임숙경, 이희수, 변정열, 박신영, 정석찬, "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(2007)
  32. Swann, M.M., "Joint committee on the use of antibiotics in Animal Husbandry and Veterinary Medicine". Her Majesty's Stationary Office, London(1969)
  33. Aarestrup, F.M., Seyfarth, A.M., Emborg, H., Pedersen, K., Hendricksen, R.S., Bager F., "Effect of Abolishment of the Use of Antimicrobial Agents for Growth Promotion on Occurrence of Antimicrobial Resistance in Fecal Enterococci from Food Animal in Denmark", Antimicrobial Agents and Chemother., 45, 2054 - 2059(2001)
  34. World Health Organization, "WHO global principles for the containment of antimicrobial resistance in animals intended for food", Report of a WHO consultation, World Health Organization, Geneva(2000)
  35. 농림축산검역검사본부, 2012년도 「축산 항생제 내성균 감시체계 구축 보고서」, 1 - 50(2013)
  36. 국립수의과학검역원, 2008년도 「축산 항생제 내성균 감시체계 구축 보고서」, 1 - 57(2009)