

계육에서 분리한 *Listeria* species와 *Staphylococcus aureus*의 항생제 내성패턴

허 진 · 김준만 · 권남훈 · 박건택 · 임지연 · 정우경 · 홍순근 · 박용호*

서울대학교 농생명공학사업단 수의과대학

(제재승인: 2004년 5월 18일)

Antimicrobial resistance patterns of *Listeria* species and *Staphylococcus aureus* isolated from poultry carcasses in Korea

Jin Hur, Jun Man Kim, Nam Hoon Kwon, Kun Taek Park, Ji Youn Lim,
Woo Kyoung Jung, Soon Keun Hong, and Yong Ho Park*

Department of Microbiology, College of Veterinary Medicine and School of Agricultural Biotechnology,
Seoul National University, Seoul 151-742, Korea
(Accepted: May 18, 2004)

Abstract : This study was carried out to investigate the antibiotic resistance pattern of *Listeria* spp. and *Staphylococcus aureus*. A total of 17 (14.8%) *L. monocytogenes*, 13 (11.3%) *L. innocua*, 7 (7%) *L. welshimeri*, and 83 (72.2%) *S. aureus* were isolated from commercial poultry carcasses in Seoul and Kyonggi province during the period between 2001 and 2003. Antibiotic susceptibility test of all *Listeria* strains isolated was performed by the disk agar diffusion method. Antibiotics used in the study were as follows; Amikacin (An), Ampicillin (Am), Cephalothin (Cf), Chloramphenicol (C), Ciprofloxacin (Cip), Erythromycin (E), Gentamicin (Gm), Imipenem (Ipm), Kanamycin (K), Minocycline (Mi), Neomycin (N), Norfloxacin (Nor), Ofloxacin (Ofx), Penicillin (P), Streptomycin (S), Tetracycline (Te), Tobramycin (Nn), Trimethoprim (Tmp), Trimethoprim/Sulfamethoxazole (Sxt), and Vancomycin (Va). The antibiotic resistance pattern of *S. aureus* isolates was performed by the disk agar diffusion method. For the latter program, antibiotics used to the study were as follows; Cf, C, Cip, Clindamycin (Cc), E, Gm, Ipm, Nafcillin (Nf), Oxacillin (Ox), P, Te, Sxt, and Va. Of the 17 *L. monocytogenes* isolates, 94.1% were resistant to Te, 88.2% to Mi, 11.8% to Nor, 11.8% to S, 5.9% to Cip, and 5.9% to C. Of 13 *L. innocua*, 53.8% were resistant to Te, 23.1% to Mi, 23.1% to S, 7.7% to Cip, and 7.7% to Nor. Of 7 *L. welshimeri*, 57.1% were resistant to Te, and 14.3% to Am. Of 83 *S. aureus*, 100% were resistant to Te, 86.7% to Gm, 34.9% to P, 15.7% to Cip, 12% to Cc, 9.6% to E. The multiple antibiotic resistance patterns of *L. monocytogenes* isolates were observed in Te·Mi·Cip (5.9%), Te·Mi·Nor (5.9%), Te·Mi (76.5%), and Te·Nor (5.9%). Multiple antibiotic resistance was also found in *L. innocua* isolates. Resistant to Te·Mi·S·Cip·Nor was 7.7%, Te·Mi·S (7.7%), Te·Mi (7.7%), and was 7.7% to Te·S. Antibiotic resistance patterns for *S. aureus* isolates were demonstrated to Te·Gm·P·Cip·Cc·E (6.0%), Te·Gm·Cip·Cc·E (3.6%), Te·Gm·P·Cc (1.2%), Te·Gm·P (15.6%), Te·Gm·Cip (2.4%), Te·P·Cip (2.4%), Te·Gm·Cc (1.2%), Te·Gm (56.6%), Te·P (9.6%), and to Te·Cip (1.2%). The results of this study suggest a high incidence of *Listeria* spp. and *S. aureus* on poultry carcasses. The contaminated poultry carcasses may be a potential vehicle for foodborne infections due to multiple antimicrobial resistant organisms.

Key words : *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, multiple antibiotic resistance, poultry carcasses

*이 연구는 Brain Korea 21, 수의과학연구소 및 농림기술개발관리센터로부터 연구비를 일부 지원 받았습니다.

*Corresponding author: Yong Ho Park

Department of Microbiology, College of Veterinary Medicine and School of Agricultural Biotechnology, Seoul National University, Seoul 151-742, Korea
[Tel: 82-2-880-1257, Fax: 82-2-871-7524, E-mail: yhp@snu.ac.kr]

서 론

항생제는 질병 억제와 예방 뿐만 아니라 사료효율을 높이기 위해 식용동물의 치료 및 사료첨가제 등으로 널리 사용되고 있다 [14, 22]. 이처럼 무분별한 항생제 사용은 세균으로 하여금 항생제 저항 유전자를 유도하거나 획득하게 하여 식용동물과 식품 내에 서식하는 세균 중에서 항생제 내성균이 출현하기 시작하였으며 [12, 23, 28, 29, 35, 41], 결국에는 인체 치료용 항생제 내성균 출현여부에 관심이 집중되기 시작하였다 [6, 31, 38]. 최근에 동물용 항생제와 인체용 항생제에 점차 감수성이 감소되거나 또는 내성균에 대한 조사연구가 보고되기 시작하였으며 [8, 10, 14, 19], 급기야는 동물용 항생제와 인체용 항생제 사이에서의 교차 내성에 관한 연구보고를 접하기에 이르렀다 [8, 10, 19]. 즉, 네덜란드 가금업에서 fluoroquinolone, enrofloxacin의 광범위한 사용으로 인한 fluoroquinolone 내성 *Campylobacter* spp. 출연보고 [19]와 유럽에서 broiler와 돼지의 성장 촉진을 위한 avoparcin (vancomycin 유사 glycopeptide)의 무분별한 사용으로 인한 동물과 사람에서 vancomycin 내성 enterococci 출연보고를 접할 수 있었다 [8, 10, 42]. 비록 vancomycin이 수의 분야에서 사용되지 않는다고는 하지만, methicillin 내성 *Staphylococcus aureus*를 포함하여 사람이 그람양성균에 감염되었을 경우 이의 치료를 위해 주로 사용되고 있어 [32, 37], vancomycin 내성 그람양성균의 출현은 중요한 공중보건학적 관심사가 아닐 수 없다 [22].

계육은 보통 많은 사람들에게 식중독을 일으키는 *Salmonella*와 *S. aureus* 그리고 *Clostridium perfringens* 등의 일반적인 주요 오염원으로서 알려져 있으며 [13], *Listeria monocytogenes*는 저온에서도 성장 가능하고 급성 식중독균으로도 널리 알려져 있어 지난 십여 년 전부터 식품업과 공중보건당국의 중요한 관심사로서 [7], *L. monocytogenes*와 다른 *Listeria* spp.는 환경에서 광범위하게 퍼져 있어 많은 식품에 오염되어 있을 가능성이 매우 높아 [7, 20, 25, 26] 계육과 관련된 리스테리아증 발생보고 또한 쉽게 접할 수 있었다 [9, 15, 16, 27].

본 연구는 재래 시장 및 대형마트 등에서 판매되고 있는 계육에서 분리한 *L. monocytogenes*, *L. innocua*, *L. welshimeri* 그리고 *S. aureus*에서의 항생제 감수성 검사를 National Committee for Clinical Laboratory Standards (NCCLS) [33]에서 추천하는 disk agar diffusion method에 따라 수행하였으며 또한 vancomycin에 대한 감수성 검사를 추가적으로 수행하여 분리 균주들에 대한 항생제 내성 유형을 조사하였다.

재료 및 방법

가검물 준비 및 균 분리

가검물 준비는 국립수의과학검역원 [1]에서 권장하는 식육의 시험법에 따라 가검물을 준비하였다. 즉, 2001년부터 2003년까지 서울 및 경기도 소재 재래 시장 및 대형 마트에서 판매하고 있는 115마리의 육계를 구입하여 한 마리 당 멸균 Buffered Peptone Water (BPW)를 400 mL 씩 부어 비닐봉지를 밀봉 한 다음 30회 (약 1분간) 정도 반원을 그리면서 훈들어 준 후 각 균 분리는 Antunes et al. [7]의 방법에 따라 균을 분리하여 API system (BioMerieux, France)으로 확인한 후 실험에 사용하였다.

분리주 보관

15% Glycerol^o 첨가된 Tryptic soy broth (Difco, Co., USA)에 *S. aureus*, *Listeria* spp. 등의 분리균을 분주한 후 -70°C에 보관하며 실험에 사용하였다 [22].

항생제 내성 시험 및 내성 유형 조사

분리주의 항생제 감수성 시험 방법 및 결과 판독은 NCCLS [8]와 Abraham et al. [5]이 추천하는 disk agar diffusion method에 따라 항생제 감수성 검사 및 결과를 판독하였으며 각 균별로 항생제 내성 유형을 조사하였다. Disk agar diffusion 실험 결과에서 vancomycin 내성으로 나타난 균주들은 NCCLS [33]에 의거하여 vancomycin (Sigma, USA)에 대한 minimum inhibitory concentration (MIC)을 추가로 측정하였다.

사용 항생제

항생제 검사 디스크는 BBL 제품으로 *Listeria* spp. 분리균에는 Amikacin (An), Ampicillin (Am), Cephalothin (Cf), Chloramphenicol (C), Ciprofloxacin (Cip), Erythromycin (E), Gentamicin (Gm), Imipenem (Ipm), Kanamycin (K), Minocycline (Mi), Neomycin (N), Norfloxacin (Nor), Ofloxacin (Ofx), Penicillin (P), Streptomycin (S), Tetracycline (Te), Tobramycin (Nm), Trimethoprim (Tmp), Trimethoprim/Sulfamethoxazole (Sxt), Vancomycin (Va) 등이, *S. aureus* 분리주에는 Cf, C, Cip, Clindamycin (Cc), E, Gm, Ipm, Nafcillin (Nf), Oxacillin (Ox), P, Te, Sxt, Va 등을 사용하였다.

결 과

균 분리율

Listeria spp. 및 *S. aureus*의 오염도를 조사해 본 결과, Table 1에서 보는 바와 같이 *L. monocytogenes*는 총

Table 1. The incidence of *Listeria* spp. and *Staphylococcus aureus* isolated from poultry carcasses

	Microorganisms	Number (%) of isolates
<i>L. monocytogenes</i> (17 isolates, 14.8%)	<i>L. monocytogenes</i> - <i>L. innocua</i> - <i>S. aureus</i>	5 (4.3)
	<i>L. monocytogenes</i> - <i>L. innocua</i>	3 (2.6)
	<i>L. monocytogenes</i> - <i>S. aureus</i>	8 (7.0)
	<i>L. monocytogenes</i>	1 (0.9)
<i>L. innocua</i> (13 isolates, 11.3%)	<i>L. innocua</i> - <i>L. monocytogenes</i> - <i>S. aureus</i>	5 (4.3)
	<i>L. innocua</i> - <i>L. monocytogenes</i>	3 (2.6)
	<i>L. innocua</i> - <i>S. aureus</i>	2 (1.7)
	<i>L. innocua</i>	3 (2.6)
<i>L. welshimeri</i> (7 isolates, 6.1%)	<i>L. welshimeri</i> - <i>S. aureus</i>	4 (3.5)
	<i>L. welshimeri</i>	3 (2.6)
<i>S. aureus</i> (83 isolates, 72.2%)	<i>S. aureus</i> - <i>L. monocytogenes</i> - <i>L. innocua</i>	5 (4.3)
	<i>S. aureus</i> - <i>L. monocytogenes</i>	8 (7.0)
	<i>S. aureus</i> - <i>L. innocua</i>	2 (1.7)
	<i>S. aureus</i> - <i>L. welshimeri</i>	4 (3.5)
	<i>S. aureus</i>	64 (55.7)

115 시료 중 14.8% (17시료)에서 균이 분리되었으며, *L. innocua*는 11.3% (13시료)에서 그리고 *L. welshimeri*는 6.1% (7시료)에서 각각 분리·동정되었다고, *S. aureus*는 총 115 시료 중 72.2% (83시료)에서 균이 분리·동정되었다.

항생제 감수성 결과

각 분리균에 대한 항생제 감수성 검사는 Table 2에서 보는 바와 같이 *L. monocytogenes*의 경우 17 분리주 중 Te에 대해 94.1% (16주)로 내성을이 관찰되었으며, Mi에 대해서는 88.2% (15주), Nor에 대해 11.8% (2주), S에는 11.8% (2주), Cip에 5.9% (1주), 그리고 C에 5.9% (1주)의 내성을이 관찰되었다. *L. innocua*의 경우에는 13 분리주 중 Te에 대해 53.8% (7주), Mi에는 23.1% (3주), S에 23.1% (3주), Cip에 7.7% (1주) 그리고 Nor에 7.7% (1주)의 내성을이 각각 관찰되었고, *L. welshimeri*의 경우에는 7주의 분리주 중 Te에 대해 57.1% (4주) 그리고 Am에는 14.3% (1주)의 내성을이 각각 관찰되었고, *S. aureus*의 경우에는 83 분리주에서 Te에 대해서 83 분리주 모두에서 내성이 관찰되었으며, Gm에 대해서는 86.7% (72주), P에 대해 34.9% (29주), Cip에 15.7% (13주), Cc에 12% (10주) 그리고 E에는 9.6% (8주)의 내성을이 각각 관찰되었다. Disk agar diffusion method 결과, *L. monocytogenes* 및 *S. aureus*에서 Va 내성이 높게 나타났으나 이들에 대한 MIC 측정 결과, 모두 감수성 균주로 판단되었다 (MIC≤4 µg/ml).

항생제 내성 유형

Table 3에서 보는 바와 같이, *L. monocytogenes*의 경우 Te·Mi·Cip와 Te·Mi·Nor 등 3제 내성형은 각각 5.9%

Table 2. Antimicrobial resistance of isolates of *Listeria* spp. and *Staphylococcus aureus* from poultry carcasses

Microorganism	Antimicrobial agent	No. (%) of resistant isolates
<i>L. monocytogenes</i> (17 isolates)	Cip	1 (5.9)
	C	1 (5.9)
	Mi	15 (88.2)
	Nor	2 (11.8)
	S	2 (11.8)
	Te	16 (94.1)
<i>L. innocua</i> (13 isolates)	Cip	1 (7.7)
	Mi	3 (23.1)
	Nor	1 (7.7)
	S	3 (23.1)
	Te	7 (53.8)
<i>L. welshimeri</i> (7 isolates)	Am	1 (14.3)
	Te	4 (57.1)
<i>S. aureus</i> (83 isolates)	Cip	13 (15.7)
	Cc	10 (12)
	E	8 (9.6)
	Gm	72 (86.7)
	P	29 (34.9)
	Te	83 (100)

Cip, Ciprofloxacin; C, Chloramphenicol; Mi, Minocycline; Nor, Norfloxacin; S, Streptomycin; Te, Tetracycline; Am, Ampicillin; Cc, Clindamycin; E, Erythromycin; Gm, Gentamicin; P, Penicillin

(1주)였고, Te·Mi 및 Te·Nor 등 2제 내성형은 각각 76.5%, (13주)와 5.9% (1주)로 관찰되었다. *L. innocua*의 경우에

Table 3. Drug resistant patterns of *Listeria* spp. and *Staphylococcus aureus* isolated from poultry carcasses

Microorganism	Resistant pattern	No. (%) of resistant isolates
<i>L. monocytogenes</i> (17)	Te·Mi·Cip	1 (5.9)
	Te·Mi·Nor	1 (5.9)
	Te·Mi	13 (76.5)
	Te·Nor	1 (5.9)
<i>L. innocua</i> (13)	Te·Mi·S·Cip·Nor	1 (7.7)
	Te·Mi·S	1 (7.7)
	Te·Mi	1 (7.7)
	Te·S	1 (7.7)
<i>S. aureus</i> (83)	Te·Gm·P·Cip·Cc·E	5 (6.0)
	Te·Gm·Cip·Cc·E	3 (3.6)
	Te·Gm·P·Cc	1 (1.2)
	Te·Gm·P	13 (15.6)
	Te·Gm·Cip	2 (2.4)
	Te·P·Cip	2 (2.4)
	Te·Gm·Cc	1 (1.2)
	Te·Gm	47 (56.6)
	Te·P	8 (9.6)
	Te·Cip	1 (1.2)

는 Te·Mi·S·Cip·Nor와 Te·Mi·S, Te·Mi 그리고 Te·S 내성형이 각각 7.7% (1주)로 관찰되었고, *S. aureus*의 경우 Te·Gm·P·Cip·Cc·E (6.0%) 등 6제 내성형, Te·Gm·Cip·Cc·E (3.6%) 등 5제 내성형, Te·Gm·P·Cc (1.2%) 등 4제 내성형, Te·Gm·P (15.6%), Te·P·Cip (2.4%), Te·Gm·Cip (2.4%), 그리고 Te·Gm·Cc (1.2%) 등 3제 내성형, Te·Gm (56.6%), Te·P (9.6%), 그리고 Te·Cip (1.2%) 등 2제 내성형이 각각 관찰되었다.

고 찰

Listeria spp. 및 *S. aureus*의 오염도 및 분리균에 대한 항생제 감수성 검사를 실시하여 본 결과 115 가검물 중 *L. monocytogenes*는 14.8% (17건), *L. innocua*는 11.3% (13건), *L. welshimeri*는 6.1% (7건)에서 균이 분리되는 등 계육에서의 *Listeria* spp. 오염도는 다소 낮은 반면 *S. aureus*는 115개의 가검물 중에서 72.2% (83건)로 그 오염도가 심각함을 알 수 있었다. 또한 동일 가검물에서 여러 균이 동시에 검출되는 경우도 많았다. 즉, 4종의 균이 한 가검물에서 동시에 분리된 경우는 없었지만, *S. aureus*와 *L. monocytogenes* 그리고 *L. innocua*가 동일 가검물에서 분리되는 경우는 총 115건의 가검물

중 4.3%의 가검물에서 분리되었고, *S. aureus*와 *L. monocytogenes*가 동시에 분리된 경우는 7.0%였으며, *S. aureus*와 *L. innocua* 또는 *L. welshimeri*가 동시에 분리된 경우는 각각 1.7%와 3.5%였고, 2.6%의 가검물에서 *L. monocytogenes*와 *L. innocua*가 동시에 분리되었다.

Am, P를 제외한 *Listeria* spp.의 항생제 내성 기준은 Abraham et al. [5]과 Bauer et al. [11]의 방법에 따라 항생제 내성 기준을 정하였다.

Aminoglycoside계 항생제는 tetracycline계와 macrolide 계 항생제와 더불어 그람음성균과 그람양성균 모두에 효과적인 항생제로 보고되고 있다 [24, 36]. 따라서 본 연구에서도 이들 항생제를 중심으로 하여 항생제 감수성 검사를 수행한 결과, tetracycline계 항생물질인 Te의 경우 *L. monocytogenes*는 94.1%, *L. innocua*는 53.0%, *L. welshimeri*는 57.1%의 내성을 각각 관찰되었고, *S. aureus*는 83건 모두에서 Te에 내성이 관찰되었으며 또 다른 tetracycline계 항생제인 Mi에 대해 *L. monocytogenes*의 경우에는 Te의 경우보다 다소 낮은 내성을 (88.2%) 이 관찰되었지만 *L. innocua*의 경우에는 현저히 낮은 내성을 (23.1%)이 관찰되었다. 그리고 aminoglycoside계 항생제인 S에 대해 *L. monocytogenes*의 경우에는 11.8%의 그리고 *L. innocua*의 경우에는 23.1%의 내성을 이 관찰되었지만 같은 계열의 항생제인 An과 Gm, K, N 그리고 Nn에 대해 *Listeria* spp. 분리주 모두에서 감수성이 인정되었으며, *S. aureus*의 경우에는 Gm에 대해 86.7%의 내성을 이 관찰되었다. 또한 macrolide계 항생제인 E에 대해 *S. aureus*에서만 9.6%의 내성을 이 관찰되었고, *Listeria* spp.의 모든 균주에서는 내성균이 관찰되지 않아 같은 그람양성균에 사용되는 같은 계열의 항생제라 하더라도 균별로 감수성에 차이가 있음을 확인할 수 있었다.

β -Lactam계 항생제인 penicillin 류와 cephalosporin 류에 대한 분리주의 감수성 검사를 실시하여 본 결과 *L. welshimeri*의 경우에는 Am에 대해 14.3%의 내성을 이 관찰되었지만 그 외 항생제에서는 내성이 관찰되지 않았으며, *L. monocytogenes*와 *L. innocua*의 경우에는 β -lactam계 항생제 모두에서 감수성이 관찰되었다. 그리고 *S. aureus*의 경우에는 34.9%에서 P에 대해 내성이 관찰되었지만, Cf와 Nf에 대해서는 모든 분리주에서 감수성이 관찰되었다.

2세대 quinolone 제제인 Cip, Nor 그리고 Ofx에 대한 분리주의 감수성 검사를 실시하여 본 결과 Cip에 대해 *L. monocytogenes*는 5.9%의, *L. innocua*의 경우에는 7.7% 그리고 *S. aureus*의 경우에는 15.7%의 내성을 이 관찰되었으며, Nor에 대해 *L. monocytogenes*는 11.8%, *L. innocua*의 경우에는 7.7%의 내성을 이 관찰된 반면 *L.*

*welshimeri*의 경우에는 quinolone 제제 대해 모두 감수성을 보였으며, *L. monocytogenes*와 *L. innocua* 모두에서도 Ofx에 내성이 관찰되지 않았다.

Chloramphenicol 계열의 항생제인 C에 대해서는 *L. monocytogenes*의 경우 5.9%의 내성을이 관찰된 반면 다른 *Listeria* spp. 및 *S. aureus*의 경우에는 모든 분리주에서 감수성이 관찰되었다. 또한 lincomycin계 항생물질인 Cc에 대해, *S. aureus*는 12%의 내성을이 관찰되었는데 이는 미국에서 분리한 *S. aureus*를 lincomycin계 항생물질인 lincomycin에 대한 감수성 여부를 조사하여 본 결과 19%의 내성을이 관찰되었다는 보고와 거의 일치함을 확인할 수 있었다.

Franco et al. [21]이 도계장 등에서 분리한 *Listeria* spp. 대부분이 Te 내성균이었던 것처럼 본 실험에서도 *L. monocytogenes* 분리주 94.1%의 내성을이 관찰되었지만, Antunes et al. [7]이 계육에서 분리한 *Listeria* spp.에서 Te에 대한 내성을은 *L. monocytogenes*에서는 모두 감수성을, *L. innocua*와 *L. welshimeri*의 경우에도 28%와 13%로 내성을이 비교적 낮다고 보고한 결과와는 다소 다른 결과가 관찰되었으며 국내에서도 국내 도계장에서 분리한 *L. monocytogenes*에 대한 Te의 내성을은 10.7% [2]이며, 경남지방 도계장에서 분리한 *L. monocytogenes* 중 14%만이 Te에 내성이 관찰되었다는 보고 [3]와도 상당한 차이가 관찰되었다. 그렇지만 포르투갈 산 계육에서 분리한 *Listeria* spp. 및 국내에서 분리한 *L. monocytogenes* 모두에서 C와 Cf 및 Ofx 그리고 P에 대해 모두 감수성이 관찰된 보고 [2, 3, 7]처럼 본 실험에서도 이를 항생제의 내성여부는 *Listeria* spp. 분리주 모두에서 일치하는 결과가 관찰되었다.

South Africa의 도계 과정 중에서 분리한 *S. aureus* 대부분이 Te에 내성이 관찰되었다는 보고 [22]를 접할 수 있었는데, 본 실험에서도 국내에서 판매되고 있는 계육에서 분리한 83주 모두에서 Te에 내성을 보인 결과와 일치하였다. 하지만 미국 상업용 broiler에서 분리한 *S. aureus* 40%에서 [43], 덴마크 가금에서 분리한 *S. aureus* 중 47%만이 Te에 내성이 관찰되었다는 보고 [4]와는 다소 상이한 결과가 관찰되었으며, 덴마크와 미국 계육에서 분리한 *S. aureus* 모두에서 C에 대해 감수성을 보였다는 보고 [4, 43]처럼 본 실험에서도 분리주 모두에서 C에 대해 감수성이 관찰되었다.

마지막으로 사용된 항생물질인 Va은 glycopeptide 제제로서 그람양성균에 매우 효과적인 항생제로서 사람에서 staphylococci와 enterococci 감염 치료에 널리 사용되고 있다 [28, 37]. Va는 또한 methicillin-resistant *S. aureus* 감염 치료를 위해 선택 [32]되어지는 항생제로 널리 알려져 있지만 최근 미국의 미시칸, 뉴저지 그리고 뉴욕과

프랑스와 일본 등지에서 Va에 대한 감수성 저하 (MICs >4 µg/ml)와 methicillin 저항 *S. aureus* 출현에 대한 보고를 접할 수 있어 [34, 39, 40], 본 연구자들도 국내 분리주를 대상으로 하여 감수성 검사를 수행하였다. 본 실험의 disk agar diffusion test 만을 고려하면 Va 내성 *S. aureus* 및 *L. monocytogenes*가 어느 정도 존재하는 것으로 오인할 수 있으나 Va는 배지에서의 확산능이 떨어지므로 disk agar diffusion test에서는 내성이 과장되게 해석될 우려가 있다 [33]. 따라서 Va의 경우는 추가로 MIC 측정을 필요로 하며, 그 결과, *S. aureus* 및 *Listeria* spp. 분리주에선 Va 내성을 관찰할 수 없었다. 비록 Manie et al. [30]이 남아프리카의 도살장과 시장에서 판매되고 있는 계육에서 분리한 *Staphylococcus* spp.에서 Va에 대해 disk agar diffusion 방법을 사용하여 감수성 여부를 조사한 결과 각각 14.3%와 7.0%의 내성을 보고한 바 있으나, 현재까지 Va가 가금이나 다른 식용 가축에 사용되었다는 보고는 없는 상태이다 [8, 10]. 지금까지 보고된 Va 내성 *S. aureus*는 모두 methicillin 내성을 동시에 나타낸 반면, 본 실험의 분리균주들은 methicillin 내성을 보이지 않은 것도 이같은 결과와 일맥상통하고 있다. 그러나 최근 외국에서 Va 내성 균주가 병원이외의 곳에서도 발견되고 있는 만큼 계육에서의 Va 내성 균주 screening은 지속되어야 할 것으로 생각된다.

각 균주별 항생제 내성 유형을 살펴보면 우선 *L. monocytogenes*의 경우 3제 내성형 (11.8%)과 2제 내성형 (82.4%)이 관찰되었으며, *L. innocua*의 경우에는 더욱 심각하여 5제 (7.7%)와 3제 (7.7%) 그리고 2제 (15.4%) 내성형이 관찰되었다. *S. aureus*의 경우에는 *Listeria* spp.의 경우보다 항생제 내성 유형이 보다 복잡하고 다양하여 14종의 항생제 중 6종의 항생제에 내성을 보이는 내성형 (6.0%), 3제 이상 내성형 (32.4%), 2제 내성형 (67.4%)이 관찰되었다. *L. monocytogenes*와 *L. innocua*의 내성 유형 패턴을 비교해 보면 그 유사성이 인정되어 상호 내성 전파 역할에 대한 연구가 추후 이루어져야 할 것으로 생각되었으며, 조사한 항생제의 종류가 각기 달라 정확하게 비교해 볼 수는 없지만 경남지방의 유기공장, 도축장 및 도계장 그리고 우사 및 돈사와 계사에서 유출되는 폐수로부터 분리한 *L. monocytogenes* 분리주를 대상으로 하여 9종의 항생제를 사용하여 항생제 감수성 검사를 수행하여 그 내성 유형을 조사한 결과 3제 (47.2%)와 2제 (48.7%) 내성형이 관찰되었다는 보고 [3]와 포르투갈 계육에서 분리한 *Listeria* spp.를 대상으로 14종의 항생제로 감수성 검사를 수행하여 내성 유형을 조사하여 본 결과 *L. monocytogenes*의 경우에는 2제 내성형 (31.6%)만 관찰되었고, *L. innocua*의 경우에는 4제 내성형 (3.3%), 3제 내성형 (10%) 그리고 2제 내성형

(33.3%)이 관찰되어 [7] *Listeria* spp.에서도 *S. aureus*처럼 다제 내성형의 출현이 보편적으로 이루어지고 있음을 확인할 수 있었다.

본 연구 결과처럼 Te와 Mi 등의 항생제에 내성을 높고 또한 2제 및 다제 내성형의 비율이 높은 이유로는 항생제가 가금, 젖소, 양 그리고 돼지 등에서 감염시 치료의 목적으로 사용되고 있을 뿐만 아니라 많은 두수를 사육하고 있는 가금 농장에서는 질병 치료 목적의 차원에서 뿐만 아니라 가축의 성장 촉진 및 질병의 예방차원에서 사료나 물 또는 aerosole 상태로 공급되는 등 무절제하게 오·남용되고 있는 실정에서 비롯된 것이라 생각되어 [18] 항생제 사용에 있어 항생제 오·남용에 대한 대책이 하루 빨리 마련되어야 할 것으로 생각되었으며, 각 국가별 그리고 분리 시기별로 균주마다 내성을 보이는 항생제 종류와 내성 유형이 달라 국내에서도 전국적으로 계육을 포함하여 각 식품별로 각 균주에 대한 오염도와 항생제 감수성 검사가 정기적인 조사 연구가 필요하다고 생각되었다. 또한 본 연구에서는 조사되지 않았지만 Te 및 Mi 등의 내성과 관련된 유전자를 함유한 plasmid를 *Listeria* spp.에 주로 전파하는 균주로는 *Enterococcus*, *Streptococcus* 그리고 *Staphylococcus* 등 [17]으로 알려져 있어 이를 균주에 대한 분리와 항생제 감수성 검사를 같이 수행하지 않은 점이 아쉬운 점이라 생각되었지만 본 실험에서 분리된 *S. aureus* 모두에서 Te에 내성을 보인 점과 *Listeria* spp.에서 Te에 대한 내성률이 높은 점 등 이들 균주의 상관성에 대한 연구는 추후 더 수행되어야 할 연구 분야라고 생각된다.

결 론

국내 시중에서 판매되고 있는 계육 115마리에서 *Listeria* spp. 및 *S. aureus*의 오염도와 분리 균주에 대한 항생제 감수성 검사를 실시하여 항생제 내성과 항생제 내성 유형을 조사한 결과는 다음과 같다.

(1) *L. monocytogenes*는 115 가검물 중 14.8%에서, *L. innocua*의 경우에는 11.3%, *L. welshimeri*는 6.1% 그리고 *S. aureus*는 72.2%의 오염도가 관찰되었다.

(2) 분리 균주에 대한 항생제 감수성 검사는 *L. monocytogenes*의 경우에는 Te (94.1%), Mi (88.2%), Nor (11.8%), S (11.8%), Cip (5.9%), 그리고 C (5.9%)에서 내성이 관찰되었고, *L. innocua*의 경우에는 Te (53.8%), Mi (23.1%), S (23.1%), Cip (7.7%) 그리고 Nor (7.7%)에서, *L. welshimeri*의 경우에는 Te (57.1%) 그리고 Am (14.3%)에서 내성이 관찰되었으며, *S. aureus*의 경우에는 Te (100%), Gm (86.7%), P (34.9%), Cip (15.7%), Cc (12%) 그리고 E (9.6%)에서 내성이 관찰되었다.

(3) 각 균주별 항생제 내성 유형은 *L. monocytogenes*의 경우에는 Te·Mi·Cip (5.9%), Te·Mi·Nor (5.9%), Te·Mi (76.5%), Te·Nor (5.9%)이었고, *L. innocua*의 경우에는 Te·Mi·S·Cip·Nor (7.7%), Te·Mi·S (7.7%), Te·Mi (7.7%), Te·S (7.7%) 이었으며 *S. aureus*의 경우에는 Te·Gm·P·Cip·Cc·E (6.0%), Te·Gm·Cip·Cc·E (3.6%), Te·Gm·P·Cc (1.2%), Te·Gm·P (15.6%), Te·Gm·Cip (2.4%), Te·P·Cip (2.4%), Te·Gm·Cc (1.2%), Te·Gm (56.6%), Te·P (9.6%), Te·Cip (1.2%) 등으로 관찰되었다.

이상의 연구 결과는 *L. monocytogenes* 및 *S. aureus*에 있어 Te 뿐만 아니라 많은 항생제에 내성이 점차 증가하고 있으며 또한 다제 내성이 증가하고 있어 식용 가축에서 항생제의 무분별한 사용에 대한 규제가 필요함을 알 수 있었다.

참고문헌

- 국립수의과학검역원. 국립수의과학검역원 고시 제 2002-3호: 축산물의 가공기준 및 성분규격. 국립수의과학검역원. 2002, 216-219.
- 손원근, 강호조. 도계장 유래 닭고기와 부산물 및 환경재료에서 *Listeria* spp.의 분리 및 분리균의 특성 II. 분리한 *L. monocytogenes*의 혈청형과 항균제에 대한 감수성. 대한수의학회지. 1990, **31**, 279-284.
- 이철현, 손원근, 강호조. 가축사육장 폐수로부터 *Listeria monocytogenes*의 분리 및 분리균의 약제 내성. 한국수의공중보건학회. 2000, **24**, 9-15.
- Aarestrup, F. M., Agersø, Y., Ahrens, P., Jørgensen, J. C. Ø., Madsen, M. and Jensen, L. B. Antimicrobial susceptibility and presence of resistance genes in staphylococci from poultry. Vet. Microbiol. 2000, **74**, 353-364.
- Abrahim, A., Papa, A., Soullos, N., Ambrosiadis, I. and Antoniadis, A. Antibiotic resistance of *Salmonella* spp. and *Listeria* spp. isolates from Traditionally made fresh sausages in Greece. J. Food Prot. 1998, **61**, 1378-1380.
- Abuin, C. M. F., Fernández, E. J. Q., Sampayo, C. F., Otero, J. L. R., Rodríguez, L. D. and Sáez, A. C. Susceptibilities of *Listeria* species isolated from food to nine antimicrobial agents. Antimicrob. Agents Chemother. 1994, **38**, 1655-1657.
- Antunes, P., Réu, C., Sousa, J. C., Pestana, N. and peixe L. Incidence and susceptibility to antimicrobial agent of *Listeria* spp. and *Listeria monocytogenes* isolated from poultry carcasses in Porto, Portugal. J. Food Prot. 2002, **65**, 1888-1893.
- Bager, F. Madsen, M. Christensen, J. and 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. Pre. Vet. Med. 1997, **31**, 95-112.
9. Barnes, R., Archer, P., Strack, J. and Istre, G. R. Epidemiological notes and reports listeriosis associated with consumption of turkey franks. Morb. Mortal. Wkly. Rep. 1989, **38**, 267-268.
10. Bates, J., Jordens, J. Z. and Griffiths, D. T. Farm animals as a putative reservoir for vancomycin-resistant enterococcal infection in man. J. Antimicrob. Chemother. 1994, **34**, 507-516.
11. 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. Pathol. 1966, **36**, 493-496.
12. Bazile-Pham-Khac, S., Truong, Q. C., Lafont, J. P., Gutmann, L., Zhou, X. Y., Osman, M. and Moreau, N. Resistance to fluoroquinolones in *Escherichia coli* isolated from poultry. Antimicrob. Agents Chemother. 1996, **40**, 1504-1507.
13. Bean, N. H. and Griffin, P. M. Foodborne disease outbreaks in the United States, 1973-1987: pathogens, vehicles, and trends. J. Food Prot. 1990, **53**, 804-817.
14. Bower, C. K. and Daeschel, M. A. Resistance responses of microorganisms in food environments. Int. J. Food Microbiol. 1999, **50**, 33-44.
15. Centers for Disease Control. Multistate outbreak of listeriosis-United States. Morb. Mortal. Wkly. Rep. 1998, **47**, 1085-1086.
16. Centers for Disease Control. Multistate outbreak of listeriosis-United States. Morb. Mortal. Wkly. Rep. 2000, **49**, 1129-1130.
17. Charpentier, E. and Courvalin, P. Antibiotic resistance in *Listeria* spp. Antimicrob. Agents Chemother. 1999, **43**, 2103-2108.
18. Chopra, I. and Roberts, M. Tetracycline antibiotics: Mode of action, applications, molecular biology, and epidemiology of bacterial resistance. Microbiol. Molecul. Biolo. Rev. 2001, **65**, 232-260.
19. Endtz, H. P., Ruijs, G. J., van Klingerden, B., Jansen, W. H. van der Reyden, T. and Mouton, R. P. Quinolone resistance in *Campylobacter* isolated from man and poultry following the introduction of fluoroquinolones in veterinary medicine. J. Antimicrob. Chemother. 1991, **27**, 199-208.
20. Farber, J. M. and Peterkin, P. I. *Listeria monocytogenes*, a food-borne pathogen. Microbiol. Rev. 1991, **55**, 476-511.
21. Franco Abuin, C. M., Quinto Fernandez, E. J., Fente Sampayo, C., Rodriguez Otero, J. L., Dominguez Rodriguez, L. and Cepeda Saez, A. Susceptibilities of *Listeria* species isolated from food to nine antimicrobial agents. Antimicrob Agents Chemother. 1994, **38**, 1655-1657.
22. Geornaras, I. and von Holy, A. Antimicrobial susceptibilities of isolates of *Staphylococcus aureus*, *Listeria* species and *Salmonella* serotypes associated with poultry processing. Int. J. Food Microbiol. 2001, **70**, 29-35.
23. Hinton, M., Kaukas, A. and Linton, A. H. The ecology of drug resistance in enteric bacteria. J. Appl. Bacteriol. 1986, Suppl, 77S-92S.
24. Huber, W. G. Aminoglycosides, macrolides, lincosamides, polymyxins, chloramphenicol, and other antibacterial drugs. In: Booth, NH, McDonald, LE (Eds.), pp. 822-848, Veterinary Pharmacology. 6th edn. Iowa State University Press, Ames, 1988.
25. Jay, J. M. Prevalence of *Listeria* spp. in meat and poultry products. Food Control. 1996, **7**, 209-214.
26. Johnson, J. L., Doyle, M. P. and Cassens, R. G. *Listeria monocytogenes* and other *Listeria* spp. in meat and meat products-a review. J. Food Prot. 1990, **53**, 81-91.
27. Kerr, K. G., Dealler, S. F. and Lacey, R. W. Materno-fetal listeriosis from cook-chill and refrigerated food. Lancet. 1988, **ii**, 1133.
28. Klein, G., Pack, A. and Reuter, G. Antibiotic resistance patterns of enterococci and occurrence of vancomycin-resistant enterococci in raw minced beef and pork in Germany. Appl. Environ. Microbiol. 1998, **64**, 1825-1830.
29. Malorny, B., Schroeter, A. and Helmuth, R. Incidence of quinolone resistance over the period 1986 in veterinary *Salmonella* isolates from Germany. Antimicrob. Agents Chemother. 1999, **43**, 2278-2282.
30. Manie, T., Khan, S., Brozel, V. S., Veith, W. J. and Gouws, P. A. Antimicrobial resistance of bacteria isolated from slaughtered and retail chickens in South Africa. Lett. Appl. Microbiol. 1998, **26**, 253-258.
31. Meng, J., Zhao, S., Doyle, M. P. and Joseph, S. W. Antibiotic resistance of *Escherichia coli* O157:H7 and O157:NM isolated from animals, food, and humans. J. Food Prot. 1998, **61**, 1511-1514.

32. **Mulazimoglu, L., Drenning, S. D. and Muder, R. R.** Vancomycin-gentamicin synergy revisited: effect of gentamicin susceptibility of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Antimicrob. Agents Chemother.* 1996, **40**, 1534-1535.
33. **National Committee for Clinical Laboratory Standards (NCCLS).** Methods for dilution antimicrobial susceptibility tests for bacteria that grow aerobically. 4th edn. National Committee for Clinical Laboratory Standards, Wayne, PA, USA, Approved standard. M7-A4, 1997.
34. **Ploy, M. C., Grélaud, C., Martin, C., Lumley, L. and Denis, F.** First clinical isolate of vancomycin-intermediate *Staphylococcus aureus* in a French hospital. *Lancet.* 1998, **351**, 1212.
35. **Quednau, M., Ahrné, S., Petersson, A. C. and Molin, G.** Antibiotic-resistant strains of *Enterococcus* isolated from Swedish and Danish retailed chicken and pork. *J. Appl. Microbiol.* 1998, **84**, 1163-1170.
36. **Reynolds, J. E. E.** Martindale. 29th edn. Pharmaceutical Press. London, 1989.
37. **Reynolds, P. E.** Structure, biochemistry, and mechanism of action of glycopeptide antibiotics. *Eur. J. Clin. Microbiol. Infect. Dis.* 1989, **8**, 943-950.
38. **Rota, C., Yangüela, J., Blanco, D., Carramiñana, J. J., Ariño, A. and Herrera, A.** High prevalence of multiple resistance to antibiotics in 144 *Listeria* isolates from Spanish dairy and meat products. *J. Food Prot.* 1996, **59**, 938-943.
39. **Rotun, S. S., McMath, V., Schoonmaker, D. J., Maupin, P. S., Tenover, F. C., Hill, B. C. and Ackman, D. A.** *Staphylococcus aureus* with reduced susceptibility to vancomycin isolated from a patient with fatal bacteremia. *Emerging Infect. Dis.* 1999, **5**, 147-149.
40. **Tenover, F. C., Lancaster, M. V., Hill, B. C., Steward, C. D., Stocker, S. A., Hancock, G. A., O'Haa, C. M., Clark, N. C. and Hiramatsu, K.** Characterization of staphylococci with reduced susceptibilities to vancomycin and other glycopeptides. *J. Clin. Microbiol.* 1998, **36**, 1020-1027.
41. **Turtura, G. C., Massa, S. and Ghazvinizadeh, H.** Antibiotic resistance among coliform bacteria isolated from carcasses of commercially slaughtered chickens. *Int. J. Food Microbiol.* 1984, **11**, 351-354.
42. **van den Braak, N., van Belkum, A., van Keulen, M., Vliegenthart, J., Verbrugh, H. A. and Endtz, H. P.** Molecular characterization of vancomycin-resistant enterococci from hospitalized patients and poultry products in The Netherlands. *J. Clin. Microbiol.* 1998, **36**, 1927-1932.
43. **White, D. G., Ayers, S., Maurer, J. J., Thayer, S. G. and Hofacre, C.** Antimicrobial susceptibilities of *Staphylococcus aureus* isolates from commercial broilers in northeastern Georgia. *Avian Dis.* 2003, **47**, 203-210.