

시판 어패류에서 분리한 장염 비브리오균의 항생제 감수성 특성

류승희^{1,2} · 황영옥¹ · 박석기¹ · 이영기^{2*}

¹서울특별시 보건환경연구원 강남농수산물검사소, ²단국대학교 대학원 보건학과

Antibiotic Susceptibility of *Vibrio parahaemolyticus* Isolated from Commercial Marine Products

Seung-Hee Ryu^{1,2}, Young-Ok Hwang¹, Seog-Gee Park¹, and Young-Ki Lee^{2*}

¹Seoul Metropolitan Government Research Institute of Public Health & Environment,

Gangnam Agricultural & Marine Product Inspection Center

²Department of Public Health, Graduate School, Dankook University

Abstract Ninety three strains (4.2%) of *Vibrio parahaemolyticus* were isolated from 2,239 samples of commercial marine products during 2006-2008 in Seoul, Korea. We examined 16 antimicrobial susceptibilities of 93 *V. parahaemolyticus* isolates. Antibiotic resistance of *V. parahaemolyticus* was most frequently observed to ampicillin (93.5%), followed by cephalothin (90.3%), streptomycin (87.1%), ticarcillin (55.9%), and amikacin (40.9%). Antibiotic susceptibility was most frequently observed to nalidixic acid, chloramphenicol and ampicillin/sulbactam (100%), followed by trimethoprim/sulfamethoxazole (98.9%), gentamicin and tetracycline (82.8%), and ceftriaxone (63.4%). In addition, the isolates also displayed intermediate resistance to kanamycin (79.6%), ciprofloxacin (64.5%), amikacin (47.3%) and cefoxitin (43.0%). All isolates were resistant to more than two drugs. The most prominent multiple drug resistance was 3 drug resistance (37.6%), followed by 4 drug (24.7%), 5 drug (17.2%), and 6 drug resistance (11.8%). The most prominent multiple drug resistance pattern was the cephalothin-streptomycin-ampicillin resistance pattern (22.6%), followed by cephalothin-ticarcillin-streptomycin-ampicillin (18.3%) and cephalothin-ticarcillin-streptomycin-ampicillin-amikacin (9.7%). Multiple drug resistance patterns of *V. parahaemolyticus* from marine products require continuous monitoring.

Key words: *V. parahaemolyticus*, antibiotic susceptibility, multiple antibiotic resistance, commercial marine products

서 론

Vibrio parahaemolyticus(*V. parahaemolyticus*)는 연안 해수의 상재균으로 여름철에 연안 해수에서 발견된다. 겨울철에는 해수 중에서 검출되지 않지만, 갯벌 중에서 생존한다. 해수 중 이 균의 출현 여부는 수온에 따라 달라, 수온이 17°C 이상이 되면 해수 중에서 검출된다. 해수 중의 장염 비브리오균 분포와 동물성 플랑크톤과의 관계는 매우 밀접한 연관성이 있다. 이 균은 1950년 일본에서 최초로 식중독 환자에서 분리된 이래로 식중독의 원인균으로 자주 보고되는 균이다(1-5).

*V. parahaemolyticus*는 한국, 일본, 대만 및 다른 지역에서 여름철 해산물 소비와 관련된 설사의 50-70%를 일으키는 중요한 미생물이다. 이 미생물에 의한 대규모 발생건수는 감소했지만, 여행자 설사는 많이 보고되었다. 이 병원체는 모든 해안 지역과 강어귀 환경에 널리 분포하며, 대부분의 해수에서 검출된다. 예상

과 달리 담수에서도 검출되며, 해산물이 병원체 전파수단으로 작용하고 있다. 수확기간 중 갑각류와 연체동물에서도 다량 검출되고, 바다와 관련된 환경 및 식품에 광범위하게 분포하고 있으며, 곤충에 의한 전파가능성이 관심이 되고 있다(6,7).

식약청 식중독 통계 시스템에 따르면, 2002년부터 2009년 11월까지 총 1,831건의 식중독 발생에 60,861명의 환자가 발생한 중 158건 3,499명의 환자가 *V. parahaemolyticus*에 의해 발생하여 식중독 원인균 중 5위를 차지하고 있다. 특히 최근 세계적인 기후변화에 의한 수온상승은 *V. parahaemolyticus*가 활동하기 좋은 조건을 유지할 수 있도록 만들어 주고 있어 이에 따른 비브리오 식중독 증가가 예상되며, 수산물을 낚 것으로 섭취하는 횡수의 증가 또한 식중독을 증가시키는 요인이 되고 있다(8).

세계 수산물 생산량은 해마다 증가하고 있으며(9-13), 국내 수산물 총생산량도 2006년 300만 톤에서, 2008년 336만 톤으로 증가하였는데, 생산량의 전체적인 증가와 더불어 양식어업 또한 증가하고 있다(14).

국민소득 향상과 건강에 대한 사회 전반적 관심이 높아져, 수산물에 대한 소비자의 선호가 증가하면서 수산물 소비량 또한 점차 증가하는 추세이다. 연간 1인당 육류 소비량의 경우 2000년 37.5 kg에서 2004년 36.9 kg, 2008년 40.7 kg으로 2000년과 비슷한 수준인 것에 비해, 연간 1인당 수산물(어패류 및 해조류) 소비량은 2000년 36.8 kg, 2004년 49 kg, 2008년 54.9 kg(2000년 대비 49% 증가)로 매년 증가세를 보이고 있다(15). 이처럼 수산물이

*Corresponding author: Young-Ki Lee, Department of Public Health, Graduate School, Dankook University, Cheonan, Chungnam 330-714, Korea

Tel: 82-41-550-1998

Fax: 82-41-550-1998

E-mail: pp99pp@dreamwiz.com

Received January 19, 2010; revised February 25, 2010;

accepted March 6, 2010

우리 국민의 식생활에서 주요한 자리를 차지하면서 수산물의 안전성 확보 및 수산물에 상재하는 미생물이 사람에게 미칠 수 있는 보건학적 영향에 관한 연구의 필요성이 확대되고 있다.

항생제는 의료기관에서 환자 치료 목적으로 사용하는 것 외에 동물의 사료에 첨가되기도 하고 생활용품에도 사용되는 등 우리 생활과 밀접한 관계가 있다. 성장촉진제로도 많이 사용되었는데 이 경우 가축 체중이 5%정도 증가한다고도 알려져 있다(16). 그러나 최근에는 축산농가에서 항생제 오남용으로 인한 내성균의 출현으로 유럽에서는 의약용으로 쓰이는 항생제의 축산용 사용을 금지하게 되었다(17). 또한 WHO (World Health Organization; 세계보건기구)에서는 내성을 관리하기 위한 지침을 공표하고 있다(18).

국내의 경우, 의약 분업 이후 의료기관에서의 항생제 사용은 어느 정도 규제가 이루어지고 있으며, 사용량에 있어서도 다소 감소추세에 있다. 그러나 전체 항생제 사용량의 50% 정도를 소비할 것으로 추정되는 축산산업에서 연간 1,500톤 정도의 항생제가 가축의 질병 치료뿐만 아니라 성장 촉진 목적으로 무분별하게 사용되고 있다(19). 수산용 항생제 사용량은 2001년에는 225톤, 2002년에는 186톤, 2003년에는 123톤이 사용되었다(20). 수산용 항생제는 평균 79%가 도매상 등으로 판매되었고, 동물병원에서 사용되는 것은 21%였다. 이는 축산용 항생제가 평균 39% 정도만 도매상으로 판매되는 것과 비교할 때, 어민들에 의해 더 자유롭게 사용되고 있다는 것을 짐작케 한다. 또한 2002년 축종별 항생제 사용 추이를 보면 돼지 56%, 닭 23%, 수산용 12%, 소 9% 이었으며(20), 2004년에는 돼지 56%, 닭 21%, 수산용 16%, 소 7%로 수산용이 증가하였다(21).

항생제 사용의 최소화와 항생제 내성의 부정적인 영향력을 피하기 위해 수산물의 세균성 질환을 잘 관리하고 예방하는 것은 필수적이다. 수산물에의 항생물질 사용은 사람에서 감염치료를 어렵게 하고 또한 항생제 내성 세균 전파를 증가시킬 수 있다. 수산 환경으로부터의 내성의 직접적인 전파는 수산물의 소비나 물의 섭취, 물 또는 수산생물의 직접적 접촉, 수산물의 조리과정을 통해 가능하다. 다양한 경로로 내성이 전파될 수 있으므로 수산물에 존재하는 세균의 항생제 내성관리가 매우 중요하다(22).

본 실험은 2006년부터 2008년까지 3년간 가락시장에서 시판되는 수산물 2,239건에서 *V. parahaemolyticus*를 분리하고, 분리한 균의 항생제 감수성을 조사함으로써 수산물의 안전성 및 국민건강에 이바지하고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료

서울시내에서 시판되고 있는 수산물을 구입하여 *V. parahaemolyticus*를 분리하였다. 시판 수산물의 종류와 수량은 Table 1과 같았다. 2006년 총 942건을 실험하였으며, 2007년 749건, 2008년 548건을 실험하여 총 2,239건을 실험하였다. 수산물 종류별로는 어류 789건, 패류 735건, 연체류 387건, 갑각류 170건 및 극피척류 158건이었다.

V. parahaemolyticus 분리 및 동정

*V. parahaemolyticus*는 FDA(23) 및 Lee와 Park(24)의 시험법에 따라 시험하였다. 어패류 종류별로 100 g 이상을 폴리비닐백에 채취하여 가능한 한 신속히 검사하였다. 무균적으로 세분한 검체 10 g을 salt polymixin B broth(Nissui, Tokyo, Japan) 90 mL에 접종하고 stomacher(Seward stomacher 400, Worthing, UK)로 처리

Table 1. Classification of commercial marine products examined during 2006-2008

Classification	Year			Total
	2006	2007	2008	
Fish	220	444	125	789
Shellfish	356	151	228	735
Mollusc	184	99	104	387
Crustacean	99	28	43	170
Echinoderm	83	27	48	158
Total	942	749	548	2,239

하고 내용액을 멸균 플라스크에 옮겨 배양하였다. 또한 패류 등 파편이 들어있는 것이나 새우 등 갑각류의 경우에는 stomacher용 폴리비닐백이 찢어지는 수가 있으므로 폴리비닐백을 2중으로 사용하였다. 37°C에서 24시간 증균 배양한 후 Thiosulfate Citrate Bile Salts Sucrose Agar(TCBs, Difco, Detroit, MI, USA) 배지에 희석도말하고 녹색집락을 형성하는 균에 대하여 API 20E kit (BioMerieux, Marcy, France)로 생화학적 시험을 실시하여 *V. parahaemolyticus*를 확인 동정하였다. 확인 동정된 *V. parahaemolyticus*는 보관배지에 부유시킨 후 -70°C에 보관하면서 실험에 사용하였다.

항생제 감수성 시험

항생제 감수성 시험은 93건의 장염비브리오균을 대상으로 Clinical and Laboratory Standards Institute(CLSI) guidelines를 따라 Müller-Hinton 배지를 이용 disc method에 의해 수행하였다(25).

-70°C에 보관중인 시험균주를 tryptic soy agar(TSA, Difco)에 접종하고 37°C 24시간 배양을 3회 반복하여 균일한 집락을 형성한 균을 Müller-Hinton broth(Difco)에 접종하였다. 37°C에서 5시간 배양하고 0.5 MacFarland scale(BioMerieux)의 균액으로 희석한 후 Müller-Hinton agar(Difco)에 도말한 후 30분간 건조시킨 후 16종의 항생제 디스크를 올려놓고 37°C에서 하룻밤 배양하였다. 각 항생제에 대한 억제대 크기를 측정하고 CLSI guideline(26)에 의해 감수성과 내성을 판정하였다. 사용한 항생제 디스크는 모두 BD BBL(Becton Dickinson and Company, Sparks, MD, USA)사 제품으로 amikacin(AN30: 30 µg), amoxicillin/clavulanic acid (AMC30: 20 µg/10 µg), ampicillin(AM10: 10 µg), ampicillin/sulbactam(SAM20: 10 µg/10 µg), cefoxitin(FOX30: 30 µg), ceftriaxone(CRO30: 30 µg), cephalothin (CF30: 30 µg), chloramphenicol (C30: 30 µg), ciprofloxacin(CIP5: 5 µg), gentamicin(GM10: 10 µg), kanamycin(K30: 30 µg), nalidixic acid(NA: 30 µg), streptomycin (S10: 10 µg), tetracycline(TE30: 30 µg), ticarcillin(TIC75: 75 µg), trimethoprim/sulfamethoxazole(SXT: 1.35 µg/23.75 µg)을 사용하였다.

결과 및 고찰

시판 수산물에서 *V. parahaemolyticus*의 분리율

2006년부터 2008년까지 3년간 가락시장에서 시판된 수산물에 대한 *V. parahaemolyticus* 균 분리는 Table 2와 같았다. 2006년 검사한 942건 중 28주(3.0%)가 분리되었으며, 2007년에는 749건 중 46주(6.1%), 2008년에는 548건 중 19주(3.5%)가 분리되어, 총 2,239건 중 93주(4.2%)의 *V. parahaemolyticus*가 분리되었다. 어종별로는 어류 789건 중 42주(5.3%) 분리되었으며, 패류 735건 중 27주(3.7%), 연체류 387건 중 12주(3.1%), 기타 328건 중 12주(3.7%) 분리되어 총 93주(4.2%)가 분리되었다.

Table 2. Prevalence of *V. parahaemolyticus* isolates from commercial marine products examined from 2006 to 2008

Classification	Year						Total	
	2006		2007		2008			
	No. of samples	No. of positive samples (%)	No. of samples	No. of positive samples (%)	No. of samples	No. of positive samples (%)	No. of samples	No. of positive samples (%)
Fish	220	-	444	41	125	1	789	42(5.3%)
Shellfish	356	16	151	1	228	10	735	27(3.7%)
Mollusc	184	6	99	4	104	2	387	12(3.1%)
Others	182	6	55	-	91	6	328	12(3.7%)
Total	942	28 (3.0%)	749	46 (6.1%)	548	19 (3.5%)	2239	93 (4.2%)

Table 3. Distribution of antibiotic susceptibility and resistance of *V. parahaemolyticus* isolated from commercial marine products

Antibiotics	No. of isolates												Total		
	Fish(42)			Shellfish(27)			Mollusc(12)			Others(12)					
	S	I	R	S	I	R	S	I	R	S	I	R	S	I	R
Nalidixic acid (NA)	42	0	0	27	0	0	12	0	0	12	0	0	93	0	0
Gentamicin (GM)	29	13	0	25	2	0	11	1	0	12	0	0	77	16	0
Cephalothin (CF)	0	5	37	0	3	24	0	0	12	0	1	11	0	9	84
Ticarcillin (TIC)	4	16	22	1	13	13	1	2	9	0	4	8	6	35	52
Streptomycin (S)	1	3	38	1	1	25	2	1	9	3	0	9	7	5	81
Chloramphenicol (C)	42	0	0	27	0	0	12	0	0	12	0	0	93	0	0
Ceftriaxone (CRO)	23	18	1	20	7	0	7	5	0	9	3	0	59	33	1
Ampicillin/sulbactam(SAM)	42	0	0	27	0	0	12	0	0	12	0	0	93	0	0
Trimethoprim/sulfamethoxazole (SXT)	41	1	0	27	0	0	12	0	0	12	0	0	92	1	0
Ampicillin (AM)	1	1	40	0	2	25	0	1	11	0	1	11	1	5	87
Amikacin (AN)	4	19	19	4	13	10	2	6	4	3	6	3	13	44	36
Tetracycline (TE)	34	7	1	21	6	0	11	1	0	11	1	0	77	15	1
Kanamycin (K)	0	29	13	0	24	3	0	11	1	0	10	2	0	74	19
Ciprofloxacin (CIP)	12	28	2	8	18	1	4	8	0	5	6	1	29	60	4
Cefoxitin (FOX)	21	18	3	16	11	0	5	6	1	7	5	0	49	40	4
Amoxicillin/ clavulanate (AMC)	35	7	0	25	2	0	10	2	0	12	0	0	82	11	0

() were no. of isolates. S: susceptible, I: intermediate, R: resistant.

본 실험에서는 2006년부터 2008년까지 3년간 2,239건의 수산물 시료 중 93건(4.2%)에서 *V. parahaemolyticus*를 분리하였는데 이것은 Lee 등(26)이 2004년 가락시장에서 시판되는 어패류 1,143건을 검사하여 306주(26.8%), Lee 등(27)이 2003년 1,869건의 해산물에서 391주(20.9%) 그리고 Son 등(28)이 경북 동해안의 시판 어패류 285건 중 69주(24.2%) 그리고 해수 및 기수를 포함 총 439건에서 140주(31.9%)의 *V. parahaemolyticus*를 분리하여 높은 분리율을 보고한 것보다 낮은 분리율을 보였다. 반면, Lee 등(29)이 1997년 1,577건의 시판 어패류에서 66주(4.2%)의 *V. parahaemolyticus*를 분리한 결과와 유사하였다. 또한 해외 수산물에 대해 Fang 등(30)은 대만 소매시장에서 수집한 해산물 시료의 45.7%에서 이 균을 검출하였으며, 검출빈도는 쌍패엽 조개의 약 68%, 게의 48%, 새우의 44%, 어류 시료의 40%, 비쌍패엽 연체동물의 32% 그리고 어류 살코기의 22% 등이었다. Torres Vitela와 Fernandez Escartn(31)은 멕시코 구아달라야라에서 파는 신선한 해산물에서 *V. parahaemolyticus* 균수가 더운 계절에 더 높다고 보고하였고, 양성가검출도 어류의 71%, 굴의 44%, 및 새우 28%이었다. 또한 Chaktsborty 등(32)은 인도 남서 해안의 코치지역 시장에서 구입한 해산물 shellfish의 64%, finfish의 42%, cephalopod

의 42%에서 이균을 검출하였으며, Quintoil 등(33)은 인도 시판 어패류 162 시료 중 38시료(23.46%)에서 *V. parahaemolyticus*를 검출하였다고 보고하여 본 실험보다 매우 높은 분리율을 나타냈다. Chaktsborty 등(32)과 Quintoil 등(33)은 균 분리율이 차이가 나는 것은 시판 어패류 종류 및 판매 위생 상태의 차이 때문이라고 하였다. 이처럼 균 분리율의 차이는 시판 어패류의 위생상태, 지역적인 차이 그리고 기후적인 변화 등에 의한 것이라고 판단된다.

시판 수산물에서 분리한 *V. parahaemolyticus*의 항생제 감수성

시판 수산물에서 분리한 *V. parahaemolyticus*에 대한 연도별 항생제 감수성은 Table 3과 같았다. 어류에서 분리된 42주 중 높은 내성을 나타낸 항생제는 AM 95.2%, S 90.5%, CF 88.1%, 52.4%, AN 45.2%, K 30.9%순이었고, 높은 감수성을 나타낸 항생제는 NA, C 및 SAM 100%, SXT 97.6%, AMC 83.3%, TE 80.9%, GM 69.0%, CRO 54.8%, FOX 50%순이었고, 중등도 내성은 K 69.0% 및 CIP 66.7%순이었다. 패류에서 분리된 27주 중 높은 내성을 나타낸 항생제는 S 및 AM 92.6%, CF 88.9%, TIC 48.1%, AN 37.0%순이었고, 높은 감수성은 NA, C, SAM 및

Table 4. Distribution of antimicrobial resistance patterns of *V. parahaemolyticus* from commercial marine products

Antimicrobial resistance patterns	No. of isolates				Total	
	Fish	Shellfish	Mollusc	Others		
AM-TIC		1		1	2	
AM-CF	1				1	
AM-S	1				1	
AN-S		1			1	
CF-S				1	1	
AM-CF-S	7	9	2	3	21	
AM-CF-TIC	2		3	2	7	
AN-AN-S	2				2	
AM-CF-S		1	1		2	
AM-S-TIC	1	1			2	
CF-KM-S	1				1	
AM-CF-TIC-S	10	3	2	2	17	
AM-AN-CF-S	1	3			4	
AN-AN-CF-TIC		1			1	
AM-CF-K-S	1				1	
AM-AN-CF-S-TIC	3	3	2	1	9	
AM-AN-CF-K-S	3				3	
AM-CF-K-S-TIC		2			2	
AM-CF-CIP-S-TIC		1			1	
AM-CF-FOX-S-TIC			1		1	
AM-AN-CF-K-S-TIC	4	1	1	1	7	
AM-AN-CF-CIP-FOX-S	1				1	
AM-AN-CF-CRO-K-S	1				1	
AM-AN-CF-FOX-K-TE	1				1	
AM-AN-CIP-K-S-TIC	1				1	
AM-AN-CF-CIP-K-S-TIC				1	1	
AM-AN-CF-FOX-K-S-TIC	1				1	
Total	42 (45.2%)	27 (29%)	12 (12.9%)	12 (12.9%)	93 (100%)	93 (100%)

CF: cephalothin, AM: ampicillin, S: streptomycin, AN: amikacin, TIC: ticarcillin, K: kanamycin, CIP: ciprofloxacin, FOX: cefoxitin, CRO: ceftriaxone. TE: tetracycline.

SXT 100%, GM 및 AMC 92.6%, TE 77.8%, CRO 74.1% 및 FOX 59.3% 순이었으며, 중등도 내성은 K 88.9%, CIP 66.7%, TIC 및 AN 48.1% 순이었다. 연체류에서 분리된 12주 중 높은 내성을 나타낸 항생제는 CF 100%, AM 91.7%, TIC 및 S 75% 순이었으며, 높은 감수성은 NA, C, SAM 및 SXT 100%, GM 및 TE 91.7%, AMC 83.3% 순이었으며, 중등도 내성은 K 91.7%, CIP 66.7%, FOX 및 AN 50% 순이었다. 극피척삭류에서 분리된 12주 중 높은 내성을 나타낸 항생제는 CF 및 AM 91.7%, S 75%, TIC 66.7% 순이었으며, 높은 감수성은 NA, GM, C, SAM, SXT 및 AMC 100%, TE 91.7% TIC, S 75%, FOX 58.3% 순이었으며, 중등도 내성은 K 83.3%, AN 및 CIP 50%, FOX 41.7%순이었다. 총 93주에 대한 높은 내성을 나타낸 것은 AM 93.5%, CF 90.3%, S 87.1%, TIC 55.9% 및 AN 38.7%순이었으며, 높은 감수성은 NA, C 및 SAM 100%, SXT 98.9%, AMC 88.2%, GM 및 TE 82.8% 순이었으며, 중등도 내성은 K 79.6%, CIP 64.5%, AM 47.3% 순이었다.

Son 등(28)은 국내 어패류에서 분리한 *V. parahaemolyticus*의 항생제 내성률이 AM 75%, CF 50%였으며, C, AMC, SAM, CRO, NA 및 GM에 대해서 100%의 감수성을 나타냈다고 보고하였다.

Lee 등(26)은 AM과 TIC에는 100%의 내성, CRO, C, NA 및 TE에는 100% 감수성을 보고하였다. Son 등(34)은 남해안 어류 양식장에서 분리된 *V. parahaemolyticus*에서 AM 97.9%의 내성을, oxolic acid 26.8%, AN 19.1%, TE, CIP 및 AMC 36~6.7%의 내성을 보고하였고, Chung 등(35)은 수산 환경에서 분리된 *V. parahaemolyticus* 139주의 내성률이 AM 71.6%, AN 10.2%, 다른 항생제에 대해서는 모두 감수성을 나타낸 것으로 보고하여 본 실험과는 다른 양상을 나타내었다. 이와 같은 결과는 이들 분리균이 시판되는 해산물이 아닌, 양식장 등 특별한 환경에서 분리한 균주이기 때문인 것으로 판단된다. 한편 외국의 자료를 보면 Sen 등(36)은 인도 캘커타의 위장염 환자에서 분리한 *V. parahaemolyticus*가 M, K 및 S에 대해 100% 내성을 나타냈고, GM과 C에 대해서는 각각 99.2%와 92.6%가 발육이 억제되었다고 보고하고 있다. Park 등(37)은 식중독 환자에서 분리한 *V. parahaemolyticus*의 88.2%가 AM에 대해 내성을 나타냈고, 35.3%가 TIC에 20.6%가 AMC에 내성을 나타냈으나, 다른 항생제에 대해서는 100% 감수성을 나타낸 것으로 보고하여 시판 어패류에서 분리된 균과는 매우 다른 항생제 내성양상을 보였다. Baker-Austin 등(38)은 미국 조지아 및 남캘리포니아의 해수와 침전물에서 분리한 *V. para-*

*haemolyticus*의 항생제 내성은 S 80.9%, Penicillin 66.9%, AM 46.6% 라고 하였으며, Devi 등(39)은 인도 남서부의 새우 농장에서 분리한 *V. parahaemolyticus*의 100%가 AM에 내성을 나타냈으며, S에 내성을 보인 균주는 46%, K에는 54%, GM에 31%, C에 15%의 균주가 내성을 나타냈고, TIC와 NA에는 100% 감수성을 나타냈다고 보고하였다. Daramola 등(40)은 영국 북부 환경에서 분리한 *V. parahaemolyticus*가 K 내성 87.8%, GM 내성 73.7%, cefazolin 내성 48.7%, TC 내성 20%이고, AM 내성은 1.3%, CIP 내성 9.2%, 반코마이신 내성 3.9%로 다른 연구에 비해 현저히 낮은 AM 내성을 보고하고 있다. 이와 같은 결과들은 분리한 균주의 시료 특성과 환경 조건에 의한 결과로 판단된다.

시판 수산물에서 분리한 *V. parahaemolyticus*의 내성 분포

시판 수산물에서 분리한 *V. parahaemolyticus*의 항생제 내성 분포는 Table 4와 같았다. 어류에서 분리된 총 42주에 대해 가장 많이 검출된 내성 양상은 AM-CF-S-TIC 4제내성으로 총 10주(23.8%)가 이에 해당되었으며, AM-CF-S 3제 내성이 7주(16.7%), AM-AN-CF-K-S-TIC 6제 내성 4주(9.5%) 순이었다. 패류 27주 중 9주(33.3%)가 AM-CF-S 3제 내성이었고, AM-CF-S-TIC 및 AM-CF-CIP-S-TIC 내성이 각 3주(11.1%)였으며, 연체류 12주의 내성 양상은 AM-CF-TIC 3주(25%), AM-CF-S, AM-CF-S-TIC 및 AM-AN-CF-S-TIC 각 2주(16.7%) 이었다. 극피척색류에서 분리한 균주 12주의 내성양상은 AM-CF-S 3제 내성 3주(25%), AM-CF-TIC 및 AM-CF-S-TIC 각 2주(16.7%) 순이었다. 전체적으로 분리 균주 93주 중 3제 내성이 35주(37.6%)로 가장 많았으며, 4제 내성 23주(24.7%), 5제 내성 16주(17.2%), 6제 내성 11주(11.8%), 2제 내성 6주(6.5%) 및 7제 내성 2주(2.2%)였다.

본 실험에 사용된 93주 모두가 2제 이상의 항생제에 내성을 나타내었으나, Daramola 등(40)은 10.5%가 모든 항생제에 감수성이고, 1제 내성 10.5%, 2제 이상의 항생제에 내성을 나타낸 균주가 78.9%라고 보고하였다. 정 등(35)이 수산양식 환경에서 분리한 균주 78.4%가 1종 이상의 항생제에 내성을 나타내어 본 실험보다 낮은 결과를 보고하였다. 이와 같은 결과는 최근 양식이 증가하는 추세로 이에 따른 항생제 사용 증가와 연관이 있는 것으로 생각되며, 보다 적극적으로 항생제 사용을 줄이면서 어류 질병을 억제할 수 있는 백신사용 등의 대책이 필요할 것으로 판단된다.

본 실험에서의 주요 내성 양상은 AM-CF-S-TIC 4제 내성(10주, 23.8%), AM-CF-S 3제 내성(7주, 16.7%), AM-AN-CF-K-S-TIC 6제 내성(4주, 9.5%)으로 임상용으로 오래 전부터 널리 이용된 항생제에 대한 내성이었으나, 식중독 환자에서 분리된 *V. parahaemolyticus*의 55.9%가 단제내성을 나타내 매우 다른 양상을 보였다(40). 이와 같은 결과는 자연환경에서 살아남기 위한 결과로 생각되며, 분리균주들의 다양한 내성 양상과 항생제 내성 유전자와의 관련성도 있을 것으로 판단되어, 이에 대한 연구를 진행 중에 있다. 이처럼 환경에서 분리된 균주들의 높은 항생제 내성과 다제내성 양상이 국민건강에 미칠 영향에 대한 주의 깊은 감시가 필요할 것으로 생각된다.

한편 시판 어패류에서 분리된 대장균의 분리율은 6.7%로 본 실험의 *V. parahaemolyticus*의 분리율과 큰 차이를 보이지 않았으며, 항생제 내성률은 매우 낮아 TIC 30.7%, CF 11.7%, S 12.8%, AM 6.7%를 보여 현격한 차이를 보였고, 전체의 39.1%만이 내성을 나타내어 모든 분리균주가 두 가지 이상의 항생제에 내성을 나타낸 본 실험의 결과와는 매우 큰 차이를 보였다(41). 비록 이와 같은 결과는 균종 및 발육 환경의 영향일 수 있으나, 어패류

에서 분리되는 각종 미생물에 대한 항생제 감수성 모니터링은 국민건강을 위하여 매우 중요한 사안이며 지속적인 감시가 필요할 것으로 판단된다.

요 약

2006년부터 2008년까지 3년간 시판 수산물 2,239건에서 분리한 *V. parahaemolyticus*에 대한 항생제 감수성 결과는 다음과 같았다. 어류 789건을 검사하여 42주(5.3%)의 *V. parahaemolyticus*가 분리 동정되었으며, 패류 735건 중 27건(3.7%), 연체류 387건 중 12건(3.1%), 기타 수산물 328건 중 12건(3.7%), 총 93건(4.2%)에서 *V. parahaemolyticus*가 분리 동정되었다. 내성률이 높은 항생제는 ampicillin 93.5%, cephalothin 90.3%, streptomycin 87.1%, ticarcillin 55.9%, 그리고 amikacin 40.9%이었으며, 감수성률이 높은 항생제는 nalidixic acid, chloramphenicol 및 ampicillin/sulbactam trimethoprim/sulfamethoxazole 98.9%, gentamicin 및 tetracycline 82.8%, ceftriaxone 63.4%이었다. 중등도 내성률은 kanamycin 79.6%, ciprofloxacin 64.5%, amikacin 47.3%, ceftiofloxacin 43.0%순이었다. 항생제 내성양상은 3제 내성이 37.6%, 4제 내성 24.7%, 5제 내성 17.2%, 6제 내성 11.8%, 2제 내성 6.5%, 7제 내성 2.2% 순이었으며, 가장 많은 내성 양상은 AM-CF-S의 3제 내성(22.6%), AM-CF-S-TIC 4제 내성(18.3%), AM-AN-CF-S-TIC 5제 내성(9.7%) 순이었다.

감사의 글

본 연구는 2008학년도 단국대학교 대학연구비 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

문 헌

- Montville TJ, Matthews KR. Food microbiology an introduction. 2nd ed. ASM Press, Washington DC, USA. pp. 147-152 (2008)
- Jay JM, Loessner MJ, Golden DA. Modern Food Microbiology. 7th ed. Springer, New York, NY, USA. pp. 549-552 (2005)
- Hui YH, Pierson MD, Gorham JR. Foodborne Disease Handbook. 2nd ed. Marcel Dekker Inc., New York, NY, USA. pp. 407-473 (2001)
- Forbes BA, Sahn DF, Weissfeld AS. Bailey & Scott's Diagnostic Microbiology. 12th ed. Mosby Elsevier, St. Louis, MO, USA. pp. 371-378 (2007)
- Mahon CR, Lehman DC, Manuselis G. Textbook of diagnostic microbiology. 3rd ed. Saunders Elsevier, St. Louis, MO, USA. p. 149 (2007)
- Doyle MP. Foodborne bacterial pathogens. Marcel Dekker, Inc., New York, NY, USA. pp. 185-190 (1989)
- Yeung PSM, Boor KJ. Epidemiology, pathogenesis, and prevention of foodborne *Vibrio parahaemolyticus*. Foodborne Pathog Dis. 1: 74-88 (2004)
- Korea Food & Drug Administration. Food Poisoning Statistics System. Available from: <http://e-stat.kfda.go.kr>. Accessed Jan. 15, 2010.
- FAO. Food outlook global market analysis. June 2009. Available from: <http://www.fao.org/docrep/011/ai482e/ai482e10.htm>. Accessed Dec. 19, 2009.
- FAO. Food outlook global market analysis. May 2008. Available from: <http://www.fao.org/docrep/010/ai466e/ai466e10.htm#32>. Accessed Dec. 19, 2009.
- FAO. The state of world fisheries and aquaculture 2008. Available from: <http://www.fao.org/docrep/011/i0250e/i0250e00.HTM>. Accessed Dec. 19, 2009.
- FAO. FAO yearbook. fishery and aquaculture statistics 2006.

- Available from: <http://www.fao.org/fishery/publications/yearbooks/en>. Accessed Dec. 19, 2009.
13. ICTSD (International Centre for Trade and Sustainable Development). Fisheries, International Trade and Sustainable Development. Oct. 2006. Available from: <http://ictsd.org/i/publications/11852/>. Accessed Dec. 19, 2009
 14. KFA. Korean Fisheries Yearbook 2008. Korean Fisheries Association, Seoul, Korea (2008)
 15. Korea Rural Economic Institute. Food balance sheet. Available from: http://krei.re.kr/kor/statistics_new/food_supply_dtl.php?code=020203&aclass=2&bclass=3. Accessed Dec. 19, 2009
 16. Wolfgang W. Medical consequences of antimicrobial use in agriculture. *Science* 13279: 996-997 (1998)
 17. Dixon B. Antimicrobials as growth promoters : Risks and alternatives. *ASM News* 66: 264-265 (2000)
 18. World Health Organization. WHO Global Strategy for Containment of antimicrobial resistance. Available from: http://whqlibdoc.who.int/hq/2001/WHO_CDS_CSR_DRS_2001.2a.pdf. Accessed Dec. 19, 2009.
 19. People's solidarity for participatory democracy. Antibiotics Usage monitoring at livestock industry and aquaculture I. Available from: <http://blog.peoplepower21.org/StableLife/15717>. Accessed Dec. 19, 2009.
 20. Jung SC. Establishment of Control System of Antibiotics for Livestock. Korea Food & Drug Administration, Seoul, Korea. pp. 196-227 (2003)
 21. Shin HC. Veterinary Drug Residue Monitoring. Korea Food & Drug Administration, Seoul, Korea. p. 2 (2006)
 22. FAO/OIE/WHO. Antimicrobial use in aquaculture and antimicrobial resistance. Report of a Joint FAO/OIE/WHO (2006)
 23. FDA. Bacteriological Analytical Manual. 8th ed. Method 9. AOAC International, Arinton, VA, USA (1998)
 24. Lee YW, Park SG. Laboratory methods of food hygienic microbiology. Shingwang Publishing. Inc., Seoul, Korea (1996)
 25. Clinical and Laboratory Standards Institute. Methods for antimicrobial dilution and disc susceptibility testing of infrequently isolated or fastidious bacteria. Approved guideline M02-S20. Clinical and Laboratory Standards Institute, Wayne, PA, USA (2010)
 26. Lee H, Oh YH, Park SG, Choi SM. Antibiotic susceptibility and distribution of *Vibrio parahaemolyticus* isolated from the seafood. *Korean J. Env. Hlth.* 33: 16-20 (2007)
 27. Lee JI, Oh YH, Kim AK, Lee H, Chung YT, Son YJ, Kim DI, Park SG. Contamination of *Escherichia coli* and *Vibrio parahaemolyticus* in marine products. Report of Seoul Metropolitan Government Research Institute of Public Health & Environment, Korea. 39: 300-307 (2003)
 28. Son JC, Park SW, Min KJ. Environmental and antimicrobial characteristics of *Vibrio* spp. isolated from fish, shellfish, seawater and brackfish water samples in Gyongbuk eastern coast. *Korean J. Env. Hlth.* 29: 94-102 (2003)
 29. Lee JI, Oh YH, Hong CK, Lee YK, Ryu SH, Kim SW, Lee JJ. Epidemic characteristics of *Vibrio parahaemolyticus* isolated from sea foods in market. Report of Seoul Metropolitan Government Research Institute of Public Health & Environment 33: 32-42 (1997)
 30. Feng SW, Huan WW, Chen LH. Contamination of seafood by *Vibrio parahaemolyticus* in Taiwan. *Zhonghua Min Guo Wei Sheng Wu Ji Mian Yi Xue Za Zhi.* 20: 140-147 (1987)
 31. Torres Vitela MR, Fernandez Escartin E. Incidence of *Vibrio parahaemolyticus* in raw fish, oysters, and shrimp. *Rev. Latinoam. Microbiol.* 35: 267-272 (1993)
 32. Chakraborty RD, Surendran PK, Joseph TC. Isolation and characterization of *Vibrio parahaemolyticus* from seafoods along the southwest coast of India. *World J. Microbiol. Bio.* 24: 2045-2054 (2008)
 33. Quintoil MN, Porteen K, Beeshmi P. Enteropathogenicity and antibiotic resistance of *V. parahaemolyticus* isolated from fish samples and fish handlers. *Indian Vet. J.* 85: 712-715 (2008)
 34. Son KT, Oh EH, Lee TS, Lee HJ, Kim PH, Kim JH. Antimicrobial susceptibility of *Vibrio parahaemolyticus* and *Vibrio alginolyticus* from fish farms on the southern coast of Korea. *J. Korean Fish. Soc.* 38: 365-367 (2005)
 35. Chung YH. The Monitoring of Antibiotic Resistant Bacteria from Domestic Fish Farm Environment. Korea Food & Drug Administration, Seoul, Korea. pp. 148-160 (2004)
 36. Sen D, De SP, Ghosh SN, Chanda DK, Ghosh A, Pal SC. Antibiotic sensitivity of *V. parahaemolyticus* from cases of gastroenteritis. *Indian J. Med. Res.* 65: 628-631 (1977)
 37. Park SG, Park SK, Jeong JH, You YA, Lee CH, Kim MS, Kim MH. Molecular characteristics of *Vibrio parahaemolyticus* isolated from patients in Seoul. Report of Seoul Metropolitan Government Research Institute of Public Health & Environment 38: 31-40 (2002)
 38. Baker-Austin C, McArthur JV, Tuckfield RC, Najapro M, Lindell AH, Gooch J, Stepanauskas R. Antibiotic resistance in the shellfish pathogen *Vibrio parahaemolyticus* isolated from the coastal water and sediment of Georgia and South Carolina USA. *J. Food Protect* 71: 2552-2558 (2008)
 39. Devi R, Surendran PK, Chakraborty RD. Antibiotic resistance and plasmid profiling of *Vibrio parahaemolyticus* isolated from shrimp farms along the southwest coast of India. *World J. Microbiol. Biot.* 25: 2005-2012 (2009)
 40. Daramola BA, Williams R, Dixon RA. In vitro antibiotic susceptibility of *Vibrio parahaemolyticus* from environmental sources in northern England. *Int. J. Antimicrob. Ag.* 34: 499-500 (2009)
 41. Oh SA. Antimicrobial susceptibility and R-plasmid of *Escherichia coli* isolated from commercial marine products. MS thesis, Dankook University, Cheonan, Chungnam, Korea (2009)