국내 돼지 도축장에서 분리한 여시니아 식중독균의 특성

Characterization of *Yersinia enterocolitica* isolated from pig slaughterhouses in Korea

문진산, 김하영, 홍세림

Jin-San Moon, Ha-Young Kim, Serim Hong

농림축산검역본부 세균질병과

Bacterial Disease Division, Animal and Plant Quarantine Agency

문 진 산

Correspondence to

Correspondence to : Jin San Moon, Animal and Plant Qurantine Agency, Gimcheon 39660, Republic of Korea.
Tel: +82-10-5419-1775,
Fax: +82-54-912-0759,
E-mail: moonjs727@korea.kr

서론

여시니아증의 대부분은 조리가 되지 않은 돼지고기를 취급하거나 섭취함으로써 발생하는 식중독이다. 2021년 유럽연합(EU)의 인수공통감염병 보고 건수 중 여시니아증(Yersiniosis)은 캄필로박터증, 살모넬라증, 장출혈성대장균(STEC) 감염증 다음으로 다발하는 질병이다 〈그림 1〉. 미국의 경우에는 유럽보다는 상대적으로 식중독으로서의 발생률이 낮다고 알려져 있지만, 최근의 미국질병통제예방센터(CDC) 자료에 따르면 2019년 미국 내에서 여시니아증 발생은 2016~2018년도에 비해 153% 증가하여 세균성 식중독 중 5위를 차지한 것으로 알려지고 있다 〈그림 2〉.

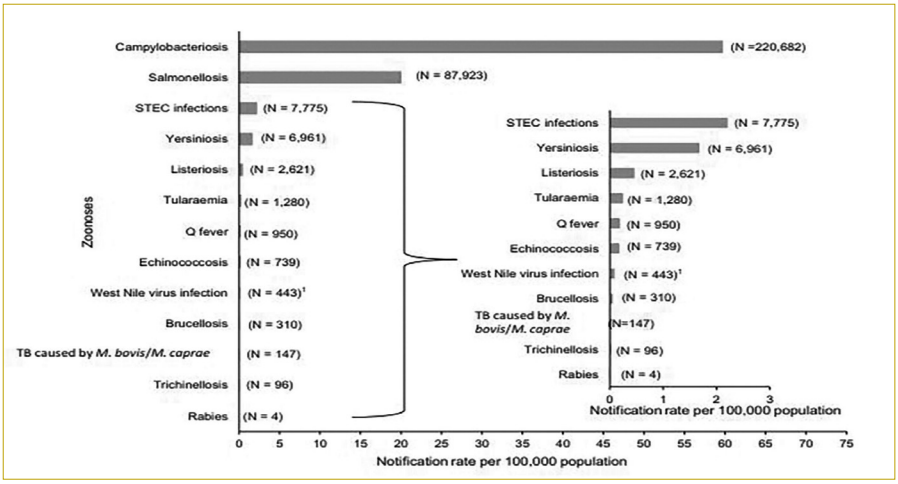


그림 1. EU의 인수공통감염병 보고 건수 (EFSA J, 2021)

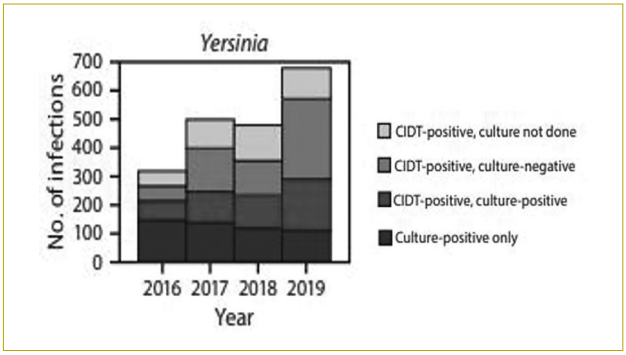


그림 2. 연도별 Yersinia 감염 건수(美CDC, 2020)

사람에서 여시니아 식중독 증상은 연령에 따라 다양한데 주로 4세 이하의 어린이에서 발열, 구토, 심한 혈변을 주증으로하는 급성 장염을 일으킨다. 5세 이상의 어린이나 성인에서도 유사한 임상증상을 나타내지만, 급성 회장염, 화농성 장간막 림프절염에 따른 구토와 설사를 동반한 급성 복통이 주 특징이어서 때로는 충수염으로 오진될 수도 있다. 대부분의 증상은 완전히 사라지지만 일부에서 반응성 관절염(reactive arthritis)이나 결절성 홍반(erythema nodosum)과 같은 후유증도 보고되고 있다.

사람에서의 여시니아 식중독은 대부분 여시니아 엔테로콜리티카(*Yersinia enterocolitica*)에 의해서 발생한다. *Y. enterocolitica*는 저온세균이라서 냉장식품을 통한 대표적인 식중독 원인균이며 특히 유럽에서는 겨울철에 지하수를 음용한 사람에서 급성 위장염 발생 예가 증가하면서 많은 연구가 진행되었다. 비교적 기온이 낮은 지역에서 많이 발생하며 특히 노르웨이와 덴마크에서는 사람의 경우 신고 대상 질병으로 지정되어 있다. 저온세균의 특성상 식품의 취급 및 보존에 방심할 수 있는 늦가을에서 겨울철에 더욱 자주 발생하는 것으로 알려져 있다. 하지만 최근 유럽질병예방통제센터(ECDC) 자료에 의하면 특별한 계절적 특성을 보이지는 않는 것으로 보고되고 있다.

여시니아증은 주로 오염된 식품, 그중에서도 특히 익히지 않았거나 덜 익은 돼지고기 제품 섭취나 돼지 내장을 처리하는 과정에서 발생한다. 저온살균을 하지 않은 오염된 우유나 염소 처리를 거치지 않은 식수를 마실 경우에도 감염될 수 있다. 드물지만 사람간 접촉 감염이나 수혈을 통한 감염도 가능하다. 이 세균이 식품에 오염되는 경로는 불분명하나 토양 및 물 등 환경에 광범위하게 존재하기 때문에 식품에 유입될 가능성은 언제든 열려있다. 또한 식품처리자의 부적절한 위생습관 및 멸균 기술이나 부적절한 보관 방법 등도 오염의 한 원인이 될 수 있다.

식품을 통한 감염 이외에도 감염된 동물과 접촉하는 경우에도 발생할 수 있는데 *Y. enterocolitica* bioserotype 4/O:3가 돼지에서 자주 검출되어 사람 감염의 중요한 원인으로 보고되고 있다. 병원성 *Y. enterocolitica*는 경구로 돼지에 감염되어 편도에서 장기간 생존하기 때문에 돼지 도축장에서 일차 오염원은 여시니아균 양성 편도이며, 내장적출이나 지육검사 등을 통해 도체, 내장, 도축장 환경에 이차적으로 오염되어 시판 돈육에 도염될 수 있으므로 엄격한 위생관리 준수 및 작업자 교육을 통해 교차오염을 줄여야 하는 것으로 알려져 있다. 국내에서는 식품 섭취와 관련된 직접 감염 사례는 아직까지 보고가 없으나, 돼지고기, 쇠고기, 닭고기, 냉동식품, 먹는샘물 등에서 검출된 바가 있다. 이에 본고에는 국내 돼지 도축장에서의 *Y. enterocolitica* 검출 현황 및 분리주에 대한 특성에 대하여 소개하고자 한다.

본론

1. 식중독 발병기전과 균 분리 및 동정 절차

오염된 음식이나 물을 통해 섭취된 병원성 *Y. enterocolitica*는 〈그림 3〉에서와 같이 소장에서 증식하고 상피세포를 통해 장상피에서 점막하층으로 침투하여 대식세포에 포식된 후 림프관을 통해 림프절로 들어간다. 다른 한편으로는 부착소인자(YadA)를 사용하여 회장말단부에 위치한 M cell에 결합한 뒤 포식되어 peyer's patch에서 집락을 형성하여 증식하거나 장간막 림프절로 모인 균체가 집락을 형성하여 증식한다. 군체가 형성되면 장내에서 이 균이 생산한 장독소(Yst)는 장액 분비를 촉진하여 설사를 유발하게 된다. 그러나 병원성과 비병원성 균종 모

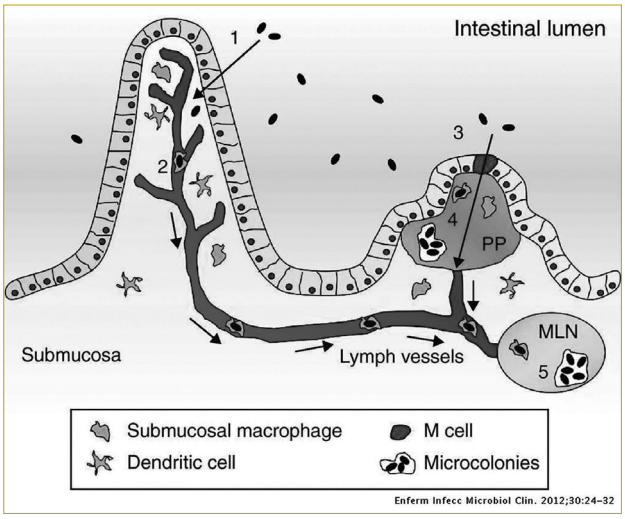


그림 3. 여시니아 엔테로콜리티카의 발병기전 모델
(출처 : Enferm Infecc Microbiol Clin., 2012)

두 장독소(Yst)를 생산할 수 있기 때문에 독소 생산이 직접적으로 여시니아증을 유발하는 것은 아니다.

여시니아속균(Yersinia)은 그람 음성 간균으로 장내세균과(Enterobacteriaceae)에 속하는 인수공통전염병 원인체 중 하나이다. 설치류 등의 야생동물과 돼지를 비롯한 소, 양, 개, 고양이, 닭, 토끼 등 포유류, 조류 뿐 아니라 환경과 다양한 종류의 식품에서도 분리되는 등 분포 영역이 매우 넓다. 사람에서 질병을 일으키는 3개의 종(species)을 포함하여 현재는 17종으로 분류된다. 돼지는 이 세균의 주요 전염원이며 돼지에서 분리되는 종으로는 Y. pseudotuberculosis, *Y. enterocolitica*, Y. intermedia, Y. frederiksenii, Y. kristensenii가 있다. 그 중에서도 *Y. enterocolitica*와 Y. pseudotuberculosis가 돼지에서는 가장 중요하며, 사람 여시니아증은 주로 *Y. enterocolitica*에 의해서 발생한다.

*Y. enterocolitica*의 식품위생 상 가장 중요한 특징은 호냉성이며 대표적인 호냉성 식중독균인 *Listeria monocytogenes*보다 더 빠르게 저온 환경에서 증식한다. 생육온도는 0~45℃, 최적 생육온도는 22~29℃이며 -5℃ 이하에서도 자랄 수 있다고 보고되고 있어 냉장

표 1. 여시니아균 분리 동정 절차 (ISO 10273)

시험 단계	시험방법
증균 배양	ITC Broth에 시료를 넣고 균질화 ↓ 25℃, 48시간 배양	PBS(PSBB)에 시료를 넣고 균질화 ↓ 22~25℃, 48~72시간 교반하며 배양하거나 22~25℃, 5일간 교반없이 배양
분리 배양	ITC 배양액을 one loop-full 취하여 SSDC agar에 접종 ↓ 30℃, 24~48시간 배양 ↓ SSDC agar에서 작고 (≤1 mm) 또렷하지 않은 테두리를 가진 회색 집락을 선택	① PBS 배양액을 one loop-full 취하여 CIN agar에 접종 ② PSB 배양액 0.5mL + 4.5mL KOH를 혼합 후 20±5 초 후 CIN agar에 one loop-full 접종 ↓ 30℃, 24~48시간 배양 ↓ CIN plate에서 작고 (≤1 mm) 매끄러우며 또렷하지 않은 테두리를 가진 회색 집락을 선택
확인 시험	전형적인 집락 5개를 선택해서 Nutrient agar에 접종 ↓ 30℃, 24~48시간 배양 ↓ 생화학적 실험, 병원성 시험	

제품에서 증식이 가능하다. 사람의 경우 감염 환자에서 원인균을 분리 또는 검출하여 진단한다. 일반적으로 *Y. enterocolitica* 내의 병원성 plasmid 소실을 방지하고 다른 장내세균과에 속하는 세균보다 더 잘 자라도록 하기 위해 CIN(cefsulodin-irgasan-novobiocin) 배지를 사용하여 낮은 온도(25℃)에서 배양하는 것을 권장한다 〈표 1〉. *Y. enterocolitica* 균주는 30℃ 이하에서 주모성 편모를 가지고 운동하지만 37℃ 이상에서는 편모를 잃어버린다. 일반 배지에서 24~48시간 이내에 1~2mm 크기의 작은 집락이 관찰된다. 최종 동정을 위해서 생화학 검사나 유전자 검사를 사용한다.

2. 국외 돼지 양돈장 및 도축장에서의 여시니아 검출 현황

돼지는 *Y. enterocolitica*의 주요 보균자로서 사람 여시니아증의 주요한 원인이며 돼지와 사람에서 혈청형과 유전형이 유사한 것으로 조사된 바 있다. 하지만, *Y.*

표 2. 도축돈 및 양돈장 돼지에서 *Yersinia enterocolitica* 검출률

구분	국가	검출률			참고문헌
		편도	분변	도체	
도축장 (비육돈)	핀란드	60.3%	26.4%	6.4%	Laukkanen 등(2009), Ibañez 등(2016)
	스웨덴	NT	NT	15.6%	Lindblad 등(2007)
도축장 (비육돈)	이탈리아	10.8~32.0%	3.2~17.1%	0~2.4%	Martínez 등(2011), Bonardi 등(2003, 2013, 2014, 2016), Sacchini 등(2018), Fois 등(2018)
	독일	38.4~60.0%	0.5~10.0%	0.3%	Fredriksson-Ahomaa 등(2001) Gürtler 등(2005)
	벨기에	28.5~55.3%	25.6%	15.0%	Martínez 등(2011), Van Damme 등(2013) Vanantwerpen 등(2014)
	프랑스	13.3%	NT	NT	Fondrevez 등(2014)
	스위스	34.0%	NT	NT	Fredriksson-Ahomaa 등(2007)
	영국	44.0%	NT	NT	Martínez 등(2010)
	스페인	92.5%	NT	NT	Martínez 등(2011)
	리투아니아	NT	18.2%	25.5%	Novoslavskij 등(2013)
	캐나다	24.1%	5.8%	NT	Thibodeau 등(1999)
	브라질	25.2%	NT	NT	Wildemann 등(2018)
	중국	19.5%	7.5%	NT	Liang 등(2012)
양돈장	핀란드	47.1%	15.4~23.4%	NT	Virtanen 등(2011), Vilar 등(2013)
	스웨덴	NT	30.5%	NT	Råsbäck 등(2018)
	독일	NT	19.6%	NT	Gürtler 등(2005)
	리투아니아	NT	22.2%	NT	Novoslavskij 등(2013)
	미국	10.0%	13.1%	NT	Bhaduri 등(2005), Wesley 등(2008)

NT, not tested

enterocolitica 또는 Y. pseudotuberculosis 감염은 대부분 무증상이어서 농장에서의 관리는 체계적이지 못한 실정이다. 우리나라와 마찬가지로 미국이나 유럽연합에서도 동물에서 *Y. enterocolitica*는 신고 대상이 아니어서 인수공통전염병 차원에서의 역학분석은 이루어진 바가 없다. 국가별 도축장에서의 검출률은 주로 편도, 분변, 도체에서 조사되었다 〈표 2〉. 국가별로 차이는 있지만 편도에서 검출률은 약 20%~40% 수준이었고 핀란드, 독일, 벨기에, 스페인에서는 월등히 높게 나타났다. 도체의 경우에는 편도나 분변에서 보다 월등히 낮은 검출률을 보였다. 양돈장의 경우에는 자료가 많지 않으며, 주로 분변에서 조사가 이루어졌고 도축장에서의 검출률과 유사하였다. 국내의 경우에서 돼지 농장을 포함하여 도축장 도체 및 환경에서의 *Y. enterocolitica*에 대한 조사가 많지 않다.

3. 국내 돼지 도축장에서 *Y. enterocolitica* 검출률

농림축산검역본부에서는 2020년 1월부터 2022년 6월까지 전국의 돼지 도축장 24개소에서 도체 및 환경(도축장 시설, 작업자, 작업도구) 시료를 채취하여 식품공전의 방법에 의하여 균 분리를 실시하였다. 계류단계에서는 계류장의 바닥, 벽, 펜스에서, 작업단계에서는 개수대, 장기적출대, 배수구, 작업장의 벽, 바닥과 단계별 앞치마, 장갑, 장화, 칼(톱), 예냉 단계에서는 예냉실 바닥 및 벽에서 시료를 각각 채취하였다. 돼지 도축장 24개소 전체 시료에서 균 검출률은 5.7%(45/786)로 나타났다 〈표 3〉. 도체시료 370개 중 작업 중 도체(1.5%)보다 예냉실 보관 도체에서 7.1%로 상대적으로 높은 검출률을 보였다. 도축장 시설(n=241)에서는 예냉실 바닥(16.7%), 계류장(16.2%), 작업장 바닥(10.0%) 순으로, 작업자(n=105)는

표 3. 국내 돼지 도축장 도체 및 환경에서의 *Y. enterocolitica* 검출률 (2020–2022)

시료 종류		돼지	
		양성 시료수/ 검사 시료수(%)	양성 도축장수/ 검사 도축장수(%)
도체		19/370 (5.1)	
작업중 도체		2/130 (1.5)	1/5 (20.0)
예냉실 도체		17/240 (7.1)	8/24 (33.3)
시설		21/241 (8.7)	
계류장	바닥, 벽, 펜스	6/37 (16.2)	9/9 (100)
작업장 시설	탕박수	0/18 (0)	0/18 (0)
	개수대	1/25 (4.0)	1/24 (4.2)
	장기적출대	1/24 (4.2)	1/24 (4.2)
작업장 환경	배수구	1/24 (4.2)	1/24 (4.2)
	바닥	4/40 (10.0)	3/24 (12.5)
	벽	2/25 (8.0)	2/24 (8.3)
예냉실	바닥	4/24 (16.7)	4/24 (16.7)
	벽	2/24 (8.3)	2/24 (8.3)
작업자		5/105 (4.8)	
앞치마		2/15 (13.3)	1/4 (25.0)
장갑		1/55 (1.8)	1/24 (4.2)
장화		2/35 (5.7)	2/23 (8.7)
도구		0/70 (0)	
칼		0/45 (0)	0/24 (0)
톱		0/22 (0)	0/22 (0)
칼꽂이		0/3 (0)	0/3 (0)
합계		45/786 (5.7)	

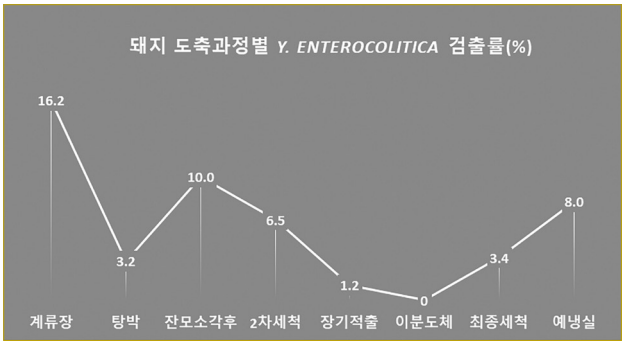


그림 4. 돼지 도축과정별 *Yersinia enterocolitica* 검출률

앞치마(13.3%), 장화(5.7%), 장갑(1.8%) 순으로 검출되었다. 도구(n=70)에서는 모든 시료에서 *Y. enterocolitica*가 검출되지 않았다. 도축 과정별로는 계류단계(16.2%)에서 검출률이 가장 높았고, 잔모 소각, 2차 세척, 장기 적출, 이분도체 과정에서는 다소 낮게 검출되다가 예냉 단계에서 8.0%의 다소 높은 검출률을 보였다 〈그림 4〉.

계절별, 일일 도축규모별, LPC 운영여부 및 시설 허가 연도에 따른 돼지 도축장에서 *Y. enterocolitica* 검출률을 비교하였다. 평균 기온이 낮은 겨울철과 소규모 도축장,

표 4. 돼지 도축장에서 계절, 도축규모, 시설허가년도 등에 따른 *Y. enterocolitica* 분포율

구분	검사시료수	보관도체	작업중도체	시설	작업자	도구	합계(%)
계절							
봄 (Mar-May)	265	5	0	6	1	0	12 (4.5)
여름 (Jun-Aug)	197	1	0	0	0	0	1 (0.5)
가을 (Sep-Nov)	67	0	0	0	0	0	0 (0)
겨울 (Dec-Feb)	257	11	2	15	4	0	32 (12.5)
도축규모							
소규모 (< 900두/일)	127	12	0	7	1	0	20 (15.7)
중규모 (901~1,500두/일)	256	3	0	10	3	0	16 (6.3)
대규모 (> 1,501/일)	403	2	2	4	1	0	9 (2.2)
축산물종합처리장(LPC) 여부							
LPC(livestock packing center)	159	1	0	1	1	0	3 (1.9)
non-LPC(livestock packing center)	627	16	2	20	4	0	42 (6.7)
시설허가연도							
~1996 (HACCP 적용의무화 이전)	455	12	2	15	4	0	33 (7.3)
1997~2003 (HACCP 의무적용 완료시점)	296	4	0	6	1	0	11 (3.7)
2003~ (HACCP 의무적용 완료 이후)	35	1	0	0	0	0	1 (2.9)
합계	786	17	2	21	5	0	45 (5.7)

LPC(축산물종합처리장)로 운영하지 않는 도축장에서 분리율이 높았다. 또한, 국내 도축장 HACCP 적용 의무화 이전(1996년 이전)에 허가된 도축장이 그 이후에 허가된 도축장에서 보다 검출률이 높게 나타났다〈표 4〉.

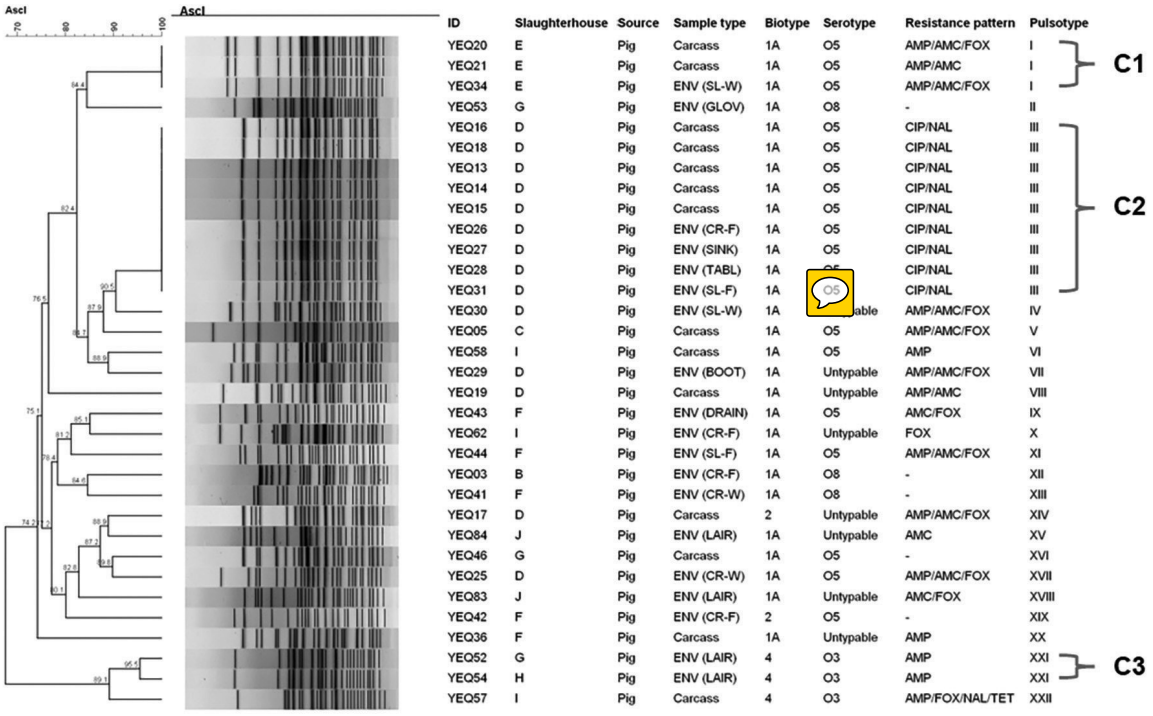
4. 여시니아균의 생물형 및 혈청형 분포

*Y. enterocolitica*는 6개의 생물형(biotype 1A, 1B, 2, 3, 4, 5)으로 구분되며 통상 biotype 1A (*ystB+*)를 제외한 1B, 2, 3, 4, 5 (*ail+, ystA+*)는 병원성이 있다고 알려져 있다. 또한 병원성 균종은 장상피세포와 림프절에 부착, 침투, 군집화하기 위한 *inv, ail, YadA, Yops* 등 다양한 병원성 유전자를 가지고 있다. *Y. enterocolitica*는 분리 지역이나 동물 종에 따라 혈청형이 매우 다양하며, 특정형에 한정하여 병원성을 가지고 있다. 우리나라에 분포하는 혈청형 중 병원성이 있는 혈청형은 O:3, O:5, O:8, O:9이며 그중에서도 O:3가 가장 많다.

농림축산검역본부에서 돼지 도축장 도체 및 환경에서 분리한 균주에 대하여 lipase 활성, esculin 가수분

표 5. 국내 돼지 도축장 유래 *Y. enterocolitica* bio-serotyping 현황 (n=33)

생물형	혈청형	양성 시료수 (%)
1A	O5	18 (54.5)
	O8	3 (9.1)
	Untypable	7 (21.2)
2	O5	1 (3.0)
	Untypable	1 (3.0)
4	O3	3 (9.1)



ID	Slaughterhouse	Source	Sample type	Biotype	Serotype	Resistance pattern	Pulsotype	
YEQ20	E	Pig	Carcass	1A	O5	AMP/AMC/FOX	I	C1
YEQ21	E	Pig	Carcass	1A	O5	AMP/AMC	I	
YEQ34	E	Pig	ENV (SL-W)	1A	O5	AMP/AMC/FOX	I	
YEQ53	G	Pig	ENV (GLOV)	1A	O8	-	II	
YEQ16	D	Pig	Carcass	1A	O5	CIP/NAL	III	C2
YEQ18	D	Pig	Carcass	1A	O5	CIP/NAL	III	
YEQ13	D	Pig	Carcass	1A	O5	CIP/NAL	III	
YEQ14	D	Pig	Carcass	1A	O5	CIP/NAL	III	
YEQ15	D	Pig	Carcass	1A	O5	CIP/NAL	III	
YEQ26	D	Pig	ENV (CR-F)	1A	O5	CIP/NAL	III	
YEQ27	D	Pig	ENV (SINK)	1A	O5	CIP/NAL	III	
YEQ28	D	Pig	ENV (TABL)	1A	O5	CIP/NAL	III	
YEQ31	D	Pig	ENV (SL-F)	1A	O5	CIP/NAL	III	
YEQ30	D	Pig	ENV (SL-W)	1A	[illegible]able	AMP/AMC/FOX	IV	
YEQ05	C	Pig	Carcass	1A	O5	AMP/AMC/FOX	V	
YEQ58	I	Pig	Carcass	1A	O5	AMP	VI	
YEQ29	D	Pig	ENV (BOOT)	1A	Untypable	AMP/AMC/FOX	VII	
YEQ19	D	Pig	Carcass	1A	Untypable	AMP/AMC	VIII	
YEQ43	F	Pig	ENV (DRAIN)	1A	O5	AMC/FOX	IX	
YEQ62	I	Pig	ENV (CR-F)	1A	Untypable	FOX	X	
YEQ44	F	Pig	ENV (SL-F)	1A	O5	AMP/AMC/FOX	XI	
YEQ03	B	Pig	ENV (CR-F)	1A	O8	-	XII	
YEQ41	F	Pig	ENV (CR-W)	1A	O8	-	XIII	
YEQ17	D	Pig	Carcass	2	Untypable	AMP/AMC/FOX	XIV	
YEQ84	J	Pig	ENV (LAIR)	1A	Untypable	AMC	XV	
YEQ46	G	Pig	Carcass	1A	O5	-	XVI	
YEQ25	D	Pig	ENV (CR-W)	1A	O5	AMP/AMC/FOX	XVII	
YEQ83	J	Pig	ENV (LAIR)	1A	Untypable	AMC/FOX	XVIII	
YEQ42	F	Pig	ENV (CR-F)	2	O5	-	XIX	
YEQ36	F	Pig	Carcass	1A	Untypable	AMP	XX	
YEQ52	G	Pig	ENV (LAIR)	4	O3	AMP	XXI	C3
YEQ54	H	Pig	ENV (LAIR)	4	O3	AMP	XXI	
YEQ57	I	Pig	Carcass	4	O3	AMP/FOX/NAL/TET	XXII	

그림 5. 돼지 도체 및 도축장 환경에서 분리된 *Yersinia enterocolitica*의 PFGE pattern

PFGE banding profiles were analyzed using BioNumerics software version 8.0 (Applied Maths, Saint-Martens-Latem, Belgium) and relatedness was calculated using the unweighted pair-group method with arithmetic averages (UPGMA) algorithm based on the Dice similarity index. * ENV, environment sample: SL-W(Slaughtering wall); GLOV(Cotton gloves); CR-F(Chilling room floor); SINK(Sink); TABL(Evisceration table); SL-F(Slaughtering floor); SL-W(Slaughtering wall); BOOT(Boots); DRAIN(Drain); LAIR(Lairage); CR-W(Chilling room wall)

해능, indole 생산능, xylose 및 trehalose 발효능, β-D-Glucosidase, Voges-Proskauer 반응 등 7종의 생화학적 분석을 이용하여 생물형(biotype)을 조사한 결과 3종(1AB, 2, 4)의 생물형이 확인되었다 〈표 5〉. 돼지에서 모두 1A가 84.8%로 우세하였고 4형이 9.1%, 2형은 6.1%로 확인되었다. 또한, 슬라이드응집반응법에 의한 혈청형(serotype) 조사에서는 3종의 혈청형(O3, O5, O8)이 확인되었으며, 비병원성으로 알려져 있는 O5형이 우세하였다. 하지만, 사람에게 감염시 치명적인 것으로 알려져 있는 O8이 서로 다른 도축장의 환경시료(예냉실 바닥, 예냉실 벽, 장갑)에서 3주 확인되었고 경미한 감염을 일으키는 O3형은 예냉실 보관 도체에서 1주, 계류장에서 2주가 확인되었다.

5. 여시니아균의 PFGE 분석을 통한 유전학적 계통 분석

국내 돼지 도축장에서 분리한 33주에 대하여 제한효소(Asc I)를 사용하여 95% 유사도에서 PFGE 결과를 분석하였다. 그 결과 22개 pulsotype, 3개 cluster로 분류되었다 〈그림 5〉. 3개 cluster에서는 모두 bioserotype이 동일하고(1A/O:5, 1A/O:5, 4/O:3), cluster별 항생제 내성 양상은 3개 cluster 중 2개(C2, C3)에서 동일한 것으로 나타났다. 또한, C3에 속한 2개 균주는 다른 도축장(계류장)에서 분리되었으나 bioserotype(4/O:3)과 항생제 내성 양상(AMPR)이 동일하였다. 2개의 cluster(C1, C2)는 동일 도축장에서 확인되었고 도체와 환경(C1, C2) 간 교차오염이 의심되었다.

결론

엄격한 위생관리 등 다양한 노력에도 불구하고 식중독은 종종 사회적인 문제가 되고 있다. 대표적인 식중독 원인균으로는 살모넬라균, 캠필로박터균, 리스테리아균 등이 있으며 최근 유럽과 미국에서는 돼지가 주요 감염원인 여시니아증이 증가하고 있다. 돼지에서 여시니아균은 대부분 무증상이어서 농장에서는 크게 문제되지 않지만, 공중보건학적인 관점에서는 간과해서는 안 될 중요한 원인체 중 하나이다. 여시니아균으로 인한 식중독은 돼지가 주 오염원이며 도축장에서 오염된 식육은 식품 가공 중에 오염원으로 작용할 수 있으므로 도축 과정 중의 위생관리가 매우 중요하다. 특히, 계류장에서의 분변 및 바닥 등 환경으로부터의 미생물 관리를 포함하여 내장 적출시 혀, 인두, 편도 절제나 아래턱 림프절 절개 등 도축 과정에서의 위생관리에 더욱 주의를 기울여야 한다. 작업자의 장갑, 앞치마, 장화 및 도축에 사용되는 도구 등에 의한 이차오염 또는 도체, 환경, 또는 도체와 환경간의 교차오염을 줄이는 것 또한 매우 중요하다. 이를 위하여 도축장 내 환경 및 식육에 대한 주기적인 식중독균 모니터링과 원인 추적을 통한 오염원의 선제적인 차단을 위하여 혈청학적 및 유전학적 분석기술 등을 적극 활용해야 할 것이다. 이와 더불어 오염원에서의 병원체 제거를 위한 주기적인 세척과 소독이 필요하다. 여시니아균은 저온에서 증식이 가능하기 때문에 냉장, 냉동육과 이들의 보관 및 유통과정에서도 주의를 기울여야 할 것이다.

참고 문헌

1. Drummond N. et al. *Yersinia enterocolitica*: A brief review of the issues relating to the zoonotic pathogen, public health challenges, and the pork production chain. Food Pathog Dis 2012. 9(3): 179-189.
2. Fois F. et al. Prevalence, bioserotyping and antibiotic resistance of pathogenic *Yersinia enterocolitica* detected in pigs at slaughter in Sardinia. Int J Food Microbiol 2018. 283: 1-6.
3. Li C. et al. Prevalence and antimicrobial resistance of *Yersinia enterocolitica* in retail seafood. J Food Prot 2018. 81(3): 497-501.
4. Novoslavskij A. et al. Prevalence and genetic diversity of enteropathogenic Yersinia spp. in pigs at farms and slaughter in Lithuania. Res Vet Sci 2013. 94:209-213.
5. Petsios S. et al. Conventional and molecular methods used in the detection and subtyping of *Yersinia enterocolitica* in food. Int J Food Microbiol 2016. 237: 55-72.
6. Riikka L. et al. Enteropathogenic Yersinia in the Pork Production Chain: Challenges for Control. Compr Rev Food Sci Food Saf 2014. 13:1165-1191.
7. Sacchini L. et al. The prevalence, characterisation, and antimicrobial resistance of *Yersinia enterocolitica* in pigs from Central Italy. Veterinaria Italiana 2018. 54(2): 115-123.
8. Tack DM et al. Preliminary incidence and trends of infections with pathogens transmitted commonly through food-foodborne diseases active surveillance network, 10 U.S. Sites, 2016-2019. MMWR May 1, 2020. 69(17): 509-514.
9. Thoerner P. et al. PCR detection of virulence genes in *Yersinia enterocolitica* and Yersinia pseudotuberculosis and investigation of virulence gene distribution. Appl Environ Microbiol 2003. 69(3): 1810-1816.
10. Vanantwerpen G. et al. Within-batch prevalence and quantification of human pathogenic *Yersinia enterocolitica* and Y. pseudotuberculosis in tonsils of pigs at slaughter. Vet Microbiol 2014. 169:223-227.
11. Van Damme I. et al. Contamination of freshly slaughtered pig carcasses with enteropathogenic Yersinia spp.: Distribution, quantification and identification of risk factors. Int J Food Microbiol 2015. 204: 33-40.
12. Wildermann P. et al. Low occurrence of pathogenic *Yersinia enterocolitica* in pig tonsils at slaughter in Southern Brazil. Trop Anim Health Prod 2018. 50:671-675.