햄버거병 (Hamburger bug) / 용혈성요독성증후군 'HUS (Haemolytic uraemic syndrome)'에 대해서

이찬희, 김청웅, 김재희, 박영경, 신 숙, 박건택, 박용호*

Chan-Hee Lee, Cheong-Wung Kim, Jae-Hee Kim, Yong-Kyung Park, Sook Shin, Kun-Taek Park, Yong-Ho Park*

서울대학교 수의과대학 미생물학교실

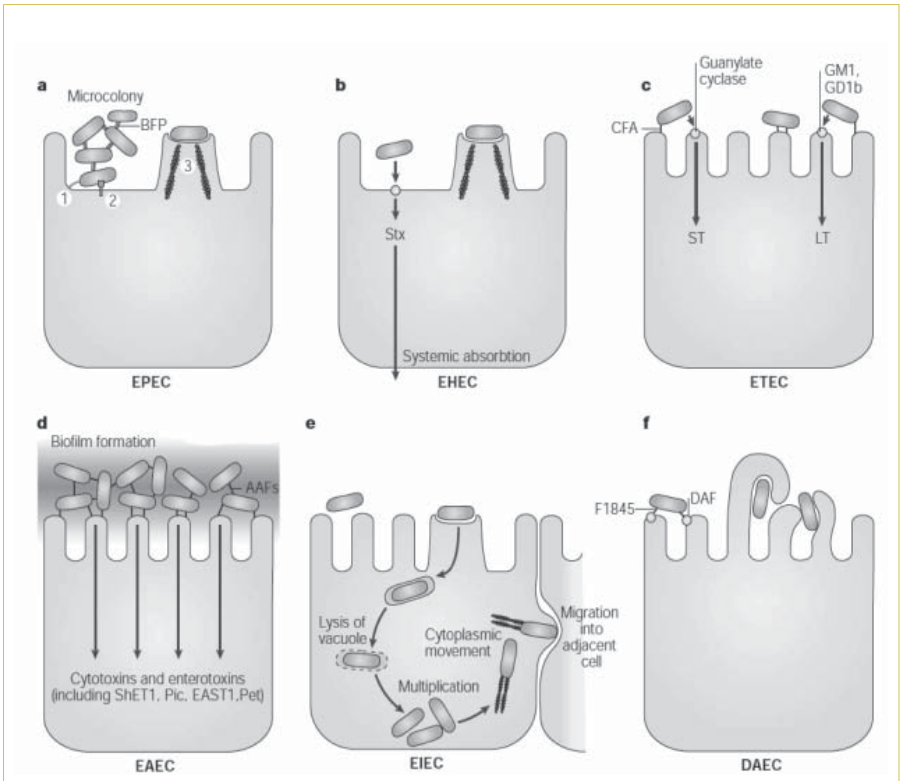
Department of Veterinary Microbiology, College of Veterinary Medicine, Seoul National University
Seoul 151-742, Republic of Korea

▣ 지난해 9월 4세 유아가 평택 소재 햄버거 매장에서 햄버거를 먹고, 복통을 호소, 입원해 '용혈성요독증후군 (Haemolytic uraemic syndrome, HUS)'을 진단받고, 신장 기능의 90%를 잃어 신장장애 2급 판정을 받게 된 사건이 있었다. 현재 해당 사건으로 식품안전법 위반여부, 햄버거와 HUS간의 인과관계에 대해서 법적공방이 진행 중이며, 이로 인해 국내 햄버거에 대한, 더 나아가 먹거리에 대한 공포가 나날이 확산되고 있는데, 햄버거병, 용혈성요독성 증후군(HUS)의 원인균이라고 알려진 시가독소생성 대장균 (Shiga toxin-producing *Escherichia coli*, STEC)의 특징과 국내외 발생현황, 증상, 발병기전, 전파경로, 예방책 등을 살펴보고자한다.

대장균 (*E. coli*)은 장내세균에 속하며, 정상세균총으로 사람의 장에 살면서, 이로운 상호작용을 하고, 대부분의 경우 인체에 해가 없다. 또한 식품 분야에서는 분변 오염의 지표세균으로 사용되며, 검출여부에 따라 위생 상태를 확인하는 세균으로 사용되기도 한다. 하지만, 일부 대장균의 경우 독성인자 (Virulence factor)를 획득하여, 인체에 심각한 질병을 일으키는데, 사람에서 설사를 일으킬 수 있는 대장균은 독성 인자 (Virulence factor) 특징을 기준으로 크게 6가지로 나뉠 수 있으며, [1. Enteropathogenic *E. coli* (EPEC) 장병원성 대장균, 2. Enterohaemorrhagic *E.coli* (EHEC) 장출혈성 대장균, (Shiga toxin-producing *E. coli* (STEC) 시가독소생성 대장균의 일종), 3. Enterotoxigenic *E. coli* (ETEC) 장독소성 대장균, 4. Enteroaggregative *E. coli* (EAEC) 장흡착성 대장균, 5. Enteroinvasive *E. coli* (EIEC) 장침습성 대장균, 6. Diffusely adherent *E. coli* (DAEC) 광범위부착성 대장균] 각각의 특징은 아래 그림 1과 표 1과 같다 [1].

특히 현재 문제가 되고 있는 시가독소 생성 대장균 (Shiga toxin-producing *Escherichia coli*, 이하 STEC)은 1982년, 덜 익은 소고기 패티를 먹은 환자에게서, 출혈성 대장염 (Hemorrhagic colitis)의 임상증상과 *E.coli*

* Corresponding author: Yong-Ho Park
Department of Veterinary Microbiology, College of Veterinary Medicine, Seoul National University,
Seoul 151-742, Republic of Korea
Tel: +82-2-880-4175 Fax: +82-2-871-7524 E-mail for Yong Ho Park: yhp@snu.ac.kr E-mail for Kun Taek Park: magic007@snu.ac.kr



종 류	특 징
EPEC, 장병원성대장균	장세포 미세융모의 세포골격을 파괴, 염증반응과 설사
EHEC, 장출혈성대장균	장세포 미세융모의 세포골격을 파괴(대장), 시가톡신(Shiga-toxin)
ETEC, 장독소성대장균	장세포 부착 수양성 설사 유도(소장), 열민감/저항 장독소 (Heat labile/stable enterotoxins)
EAEC, 장흡착성 대장균	소/대장 상피 세포에 부착 바이오필름(Biofilm) 형성, 장독소 (enterotoxin), 세포독소 (cytotoxin)분비
EIEC, 장침습성 대장균	대장 상피세포에 침입, 포식소체 (Phagosome) 용해
DAEC, 광범위 부착성대장균	장세포의 표면에 퍼져서 부착

그림 1, 표 1. 사람에서 설사를 일으키는 대장균의 6가지 분류 [1].

표 2. STEC에 의한 급성질환(Acute illness), 용혈성요독증후군(HUS), 말기신장질환(ESRD), 사망(Death) 건수 [2].

	Total	0–4 years	5–15 years	16–59 years	≥60 years
Acute illness	2,801,000	809,000	554,000	974,000	464,000
HUS	3,890	1,630	720	1,010	530
ESRD	270	110	50	70	40
Death	230	70	20	10	130

O157:H7 혈청형이 확인되면서, 처음 알려지게 되었으며, 그 이후 O157:H7 혈청형뿐만 아니라, 다양한 혈청형에서도 식중독을 일으켜 출혈성대장염, HUS 같은 임상증상을 동반한다는 사례가 전세계적으로 보고되면서 알려지게 되었다.

STEC에 의한 감염시 무증상감염, 가벼운 복통부터 출혈성 대장염, HUS, 말기 신장질환 (End stage renal disease, ESRD)까지 다양한 임상 증상을 나타낼수 있으며, 특히 5세이하의 영유아나 60세 이상의 노인에서 감염시 심각한 증상을 일으킬 수 있다고 알려져 있다. 1990년 1월 1일부터, 2012년 4월 30일까지, 21개국에서 발표된 16개의 논문과 보고서, 통계 자료를 분석한 자료에 의하면 [2], 전세계적으로 연간 STEC으로 인한 2,801,000건의 급성질환이 보고되었고, STEC으로 인한 HUS 이환은 3890건, 말기신장질환(ESRD)으로의 진행은 270건이 확인되었고, 230건의 사망 사례가 있음이 확인되었다. (표2), 또한 이와 유사한 결과로 WHO에서 발표한 자료에 따르면, STEC에 의한 2.5백만건의 사례와, 1.2백만건의 식중독 사례가 발생한다고 한다 [3-4].

발병기전(Pathogenesis)과 동물전염원(Animal reservoir)

1. 시가독소 Shiga toxin

STEC에서 문제가 되는 시가독소 (Shiga toxin)는 장뿐만 아니라, 전신에 작용하여 신장이나 중추신경계에 합병증을 일으킬 수 있다. 시가독소 (Shiga toxin)는 Dr. Kiyoshi Shiga에 의해 확인되었고, Vero 세포에 독성을 가진다고도 알려져, Vero cytotoxin 또는 Verotoxin으로도 불리는데, 현재는 이 2가지 단어가 같은 의미로 사용되고 있다.

시가독소는 2가지 독소형이 있으며 (*Stx1*, *Stx2*), *Stx2*가 *Stx1*보다 사람의 신장 내피세포에서 1000배 정도의 독성을 가지고 있다는 연구결과가 있으며 [5], 역학조사에서도, *Stx2*를 생산하는 STEC O157:H7이 *Stx*1을 생산하는 균주보다 HUS와 좀더 연관성이 있다는 발표가 있다 [6]. 이 시가독소는 세포내소기관인 세포질그물 (Endoplasmic reticulum, ER)로 이동하면서 tRNA의 결합을 억제해, 단백질 사슬의 형성 (Chain elongation)을 억제하다고 알려져 있으며, 이후 숙주 세포의 단백질 합성을 억제할 뿐만 아니라, ribotoxic stress, ER stress를 활성화하고, 세포자멸사 (apoptosis)활성, cytokines, chemokines의 분비를 유도하기도 한다.

2. 부착소 Adhesins

STEC은 장상피에 조직병변 [Attaching and Effacing (A/E lesions)]을 일으키며, 이 병변 유도에 관여하는 LEE 유전자 [Locus of Enterocyte effacement (LEE)]는 비병원성 대장균에서는 발견되지 않고, EPEC이나, STEC에서 발견되고 있다고 알려져 있다. LEE 유전자를 가지고 있는 STEC을 EHEC이라고 부르며, 이 LEE-positive STEC 혈청형 중 O157:H7, O26:H11, O103:H2, O111:NM, O121:H19, O145:NM 등이 HUS와 연관이 있고, LEE-negative 혈청형보다 더 유행성 (Endemic)을 갖는다고 알려져있다 [7-8].

3. 내산성 (Acid tolerance), 환경에 대한 저항성

STEC는 매우 적은 양으로도 인체에 감염을 유발할 수 있으며, (<100개 이하), 산성 환경에 저항성이 있어서, 다양한 환경에서 생존이 가능한데, 특히 pH 2.5이하에서도 견딜수 있어서, 산을 분비하는 위에서 살아남아 위장관내에서 번식이 가능하며, 특히 냉장고내 온도가 낮고, 산도가 있는 음식에서도 장기간 생존이 가능하다. [인체의 위산 (pH1.0~2.0), 애플사이다 (pH 3.7~4.0), 버터밀크 (pH 4.1), 요거트 (pH4.17~4.39), 사워크림 (pH 4.3)에서도 검출 사례가 있다.]

또한 *E. coli* O157:H7은 −18 to −20 ℃에서 몇 주에서 몇 달 동안 육류, 과일, 아이스크림, 요거트에서 생존할 수 있는 것으로 알려져 있는데, *E. coli* 관련된 식중독 사건은 주로 햄버거 패티와 연관이 있는 것으로 알려져 있다. 육류의 지방 성분 또한 열에 의한 대장균의 불활성화를 방해하는 효과가 있는 것으로 알려져 있다.

표 3. 병원성에 따른 혈청형 타입 (Karmali et al., 2003).

Seropathotype	Relative incidence	Frequency of involvement in outbreaks	Association with severe disease[a]	Serotypes
A	High	Common	Yes	O157:H7, O157:NM
B	Moderate	Uncommon	Yes	O26:H11, O103:H2, O111:NM, O121:H19, O145:NM
C	Low	Rare	Yes	O91:H21, O104:H21, O113:H21, others
D	Low	Rare	No	Multiple
E	Non-human only	NA[b]	NA	Multiple

[a] HUS or haemorrhagic colitis.
[b] NA, not applicable.

4. Cattle;동물 전염원 Animal Reservoir

소와 다른 반추류가 동물에서 주요 전염원으로 알려져 있으며, 반려동물 돼지, 말, 파충류, 어류, 무척추 동물에서 발견이 되기도 한다. 특히 소의 경우, 건강한 개체에서 무증상으로 병원성 STEC을 보균할 수 있으며, 병원성을 일으키지 않으면서도, 목장에서 분변을 통해 계속 배출할 수 있는 전파 원인체인데, 가축 중에 소의 경우 30% 정도가 자연 보균상태로 장내에 장출혈성 대장균인 EHEC을 증상없이 가지고 있고, 이 비율은 가축의 사양조건에 따라, 80%까지 높아질수 있다는 보고가 있다 [9].

특히 분변에 의해 목장주변 환경, 사료, 물에 오염이 되어 검출이 가능하고, 또한 오염원이 젖소에서 착유시 소의 유방이나 우유에 노출되어 전파도 가능하기 때문에 도축된 소고기뿐만 아니라, 목장 환경, 원유, 원유로 만든 치즈 같은 유제품에서도 STEC이 검출된 사례가 많이 보고되고 있다 [10-11].

감염의 원인

1. 충분히 익히지 않은 오염된 소고기 섭취

소고기를 생고기로 먹거나 (육회), 충분히 익히지 않은 상태에서 먹었을 때 감염이 일어날 수 있으며, 햄버거 패티같이 다진 고기를 섭취해서 감염된 사례도 많이 보고 되고 있다. 일본의 경우, 2010년도에 소의 생간을 섭취하여 O157에 감염된 사례와 육회에 의한 감염 사례가 보고된 바 있다 [12].

2. 가공되거나, 가공되지 않은 과일 야채

상추, 새싹채소, 시금치 섭취에 의한 HUS 감염 사례가 보고된바 있으며, 2011년 독일에서는 O104:H4형에 의한 3,842건의 대형 감염사례가 있었는데, 이는 호로파 새싹 (Fenugreek sprouts)에 의한 감염으로 추정하고 있다 [13]. 또한 2000-2009년까지의 미국 CDC의 조사결과에 따르면, 녹색 채소가 STEC 감염과 연관이 있을 것으로 추정하며, 특히 오염된 물을 통한 채소 재배를 통해 잎사귀나, 뿌리에 부착되어 전파될 수 있다고 추정하고 있다 [14-15].

또한 발효식품에서도 감염의 매개체가 될수 있는데, 해외의 경우 발효 소시지 [16], 절임/염지된 채소 섭취를 통한 감염사례도 있다 [12].

3. 환경매개 전파

거름은 STEC을 매우 효율적을 전파시킬 수 있는 매개체이며, 정원의 흙에서 분리한 STEC과 환자에서 분리한 STEC이 유전학적으로 차이가 있는지를 확인한 결과 (PFGE) 차이가 없었고 (Indistinguishable pattern), 같은 종류의 독소를 가지고 있으며, 흙에서는 STEC이 2개월 가까이 검출이 되었다는 보고도 있다 [17]. 또한 오염된 목장 주변 환경에 노출되었거나, 저수지나 호수에서 섭취한 물을 통해 감염된 많은 사례보고가 있다.

4. 직접접촉 전파

사람과 동물간의 접촉으로도 STEC의 감염이 일어날 수 있으며, 어린이의 경우 특히 위험하다고 알려져 있는데, STEC 감염에 의한 HUS로의 진행사례가 체험 동물원, 목장 방문이나, 양 먹이주기 체험을 통해서 일어날 수 있다는 많은 보고가 있다. 특히 지난 7월 20일 미네소타주의 어린 남매가 동물체험농장 (petting zoo)에 다녀온 후 혈변과 구토가 멈추지 않고, 급성신부전 증세를 보여, 여아 (3세)의 경우 STEC 판정을 받고 신경계에 손상이 와서 사망하였으며, 남아 (8세)의 경우 현재 독소가 신경계에 도달하지는 않았으나, 양쪽 신장이 손상되어 투석을 받고 있다고 한다. 영유아의 경우 동물원, 목장에 방문할 경우, 동물과 가까이서 음식을 먹거나 음료를 마시지 말아야 하며, 방문 직후 곧바로 손을 씻고, 손이 입에 닿는 것을 유념해야 한다. 동물과 사람 간의 접촉에 의한 감염을 막는 가장 중요한 방법은 손 씻기이다.

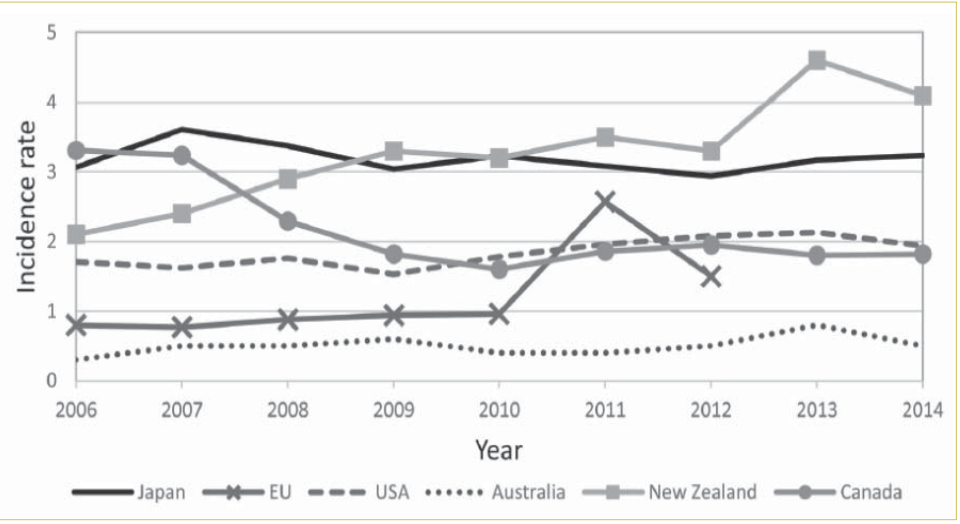


그림 2. 연간 100,000명당 STEC 감염건수 (2006-2014) [12].

역학

1. 임상증상

STEC 감염은 무증상, 설사에서부터 혈변, 출혈성 대장염, HUS같은 심각한 임상증상을 보일 수 있으며, 매우 적은 양으로도 감염이 발생할 수 있다. 일반적으로 STEC에 오염된 식품을 섭취시, 가벼운 설사증상 이후 3~4일 이후 설사와 복통을 일으키며, 일반적으로 STEC O157:H7에 의한 감염증상은 일주일내에 호전되지만, 통계적으로 6%의 비율로 HUS로 발전될 수 있다고 한다 [18]. 또한 HUS는 어린아이와 노인에서 발생할 확률이 높다고 한다 [19]. 미국의 CDC, WHO에 따르면, STEC 감염자중 10%까지는 HUS로 질병의 진행이 가능하며, HUS 환자의 25%는 합병증으로, 간질, 발작, 혼수상태 같은 신경증상을 보이고, 생존자들의 50%정도는 만성신장 후유증을 보인다고 한다.

2. STEC 감염발생상황 (해외)

미국의 경우 2014년 Foodborne Diseases Active Surveillance Network (FoodNet) 자료에 의하면 실험실에서 확진된 Non-O157, O157 사례가 각각 697건, 444건 이었으며, 100,000명당 발생률이 각각 1.43명, 0.97명으로 조사되었고, 나라별 STEC 감염 발생율은 아래 그림과 같다 [12].

3. 국내 장출혈성 대장균 감염증 발생현황 (EHEC)

현재 국내의 통계자료는 조사 주체마다 결과값에 약간의 차이가 있으며, 보건복지부의 자료에 따르면, 아래와 같다.

표 4. 제 1군 법정감염병 장출혈성 대장균(EHEC) 감염증발생현황 (2001.1.1-2016.12. 31)

년도별(건)		지역별(건/년)		월별(건/년)		연령별(건/년)	
2001	11	서울	8.2	1월	0.8	0-4세	24.1
2002	8	부산	1.5	2월	1.1	5-9세	9.3
2003	52	대구	3.8	3월	1.4	10-14세	7.1
2004	118	인천	3.8	4월	1.5	15-19세	1.8
2005	43	광주	13.4	5월	5	20-29세	2.3
2006	37	대전	1.3	6월	10.2	30-39세	3.3
2007	41	울산	2.6	7월	16.3	40-49세	2.6
2008	58	경기	8.8	8월	10.6	50-59세	3.7
2009	62	강원	0.4	9월	4.2	60-69세	2.5
2010	56	충북	1.6	10월	3.9	70대 이상	3
2011	71	충남	2.6	11월	2.8		
2012	58	전북	1.2	12월	1.8		
2013	61	전남	3.9				
2014	111	경북	1.8				
2015	71	경남	2.0				
2016	104	제주	2.3				
		세종	0.0				

출처 : 보건복지부, 법정감염병발생보고 (통계청)

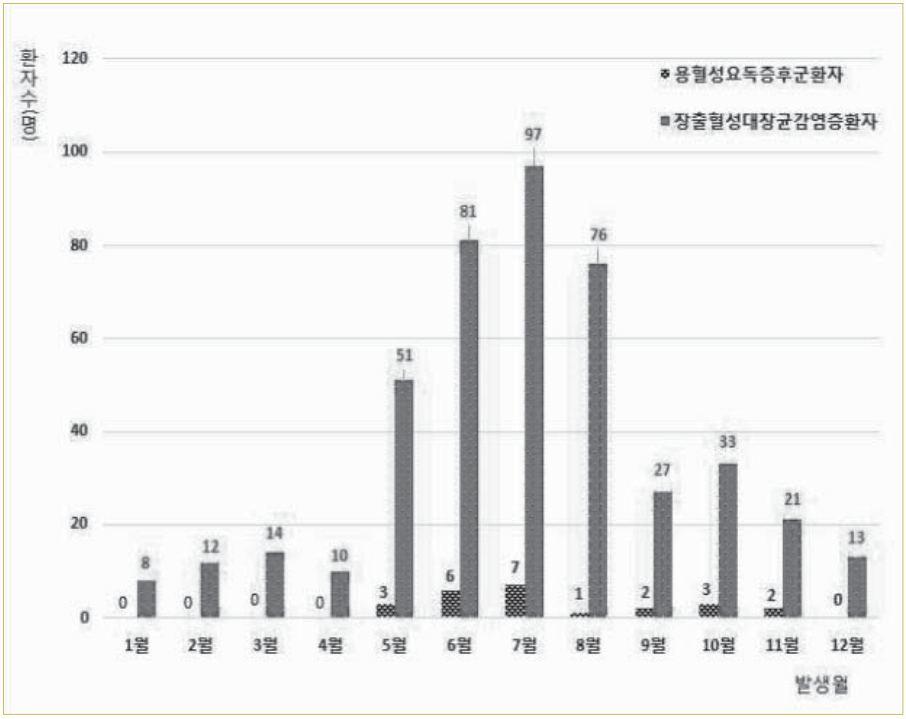


그림 3. 2011-2016년 장출혈성대장균감염증, 용혈성요독증후군 월별 발생현황

출처 : 질병관리본부, 2017년 제 28호 주간 국내외 감염병 동향 ('17.7.7-7.13)

4. 국내 도축장, 마켓, 한우/젖소 목장에서의 STEC유병률 현황

2015년도에 발표된 식약처와 검역원에서 조사된, 도축장, 마켓에서의 STEC 유병율 현황에 대한 연구결과 발표에 따르면, 도축장과 마켓에서, 소고기 300개, 돼지고기 334개, 닭고기 278개의 샘플에서 대장균을 127개, 131개, 211개를 각각 분리하여 이를 분석한 결과 2개 (1.5%), 6개 (4.5%), 4개 (1.8%)의 STEC이 검출된 것을 확인하였고, 해당 12개의 STEC은 모두 *stx1*만을 보유하고 있는 것을 확인하였다.

표 5. Prevalence of shiga toxin-producing *Escherichia(E.) coli* (STEC) isolated from native and dairy cattle in Korea during 2010 and 2011 [20].

Year	2010						2011					
Species	NC			DC			NC			DC		
Region	Number of samples (farms)	Number of STEC isolates	%	Number of samples (farms)	Number of STEC isolates	%	Number of samples (farms)	Number of STEC isolates	%	Number of samples (farms)	Number of STEC isolates	%
A	28 (4)	13	46	51 (4)	4	8	81 (6)	21	26	55 (6)	23	42
B	57 (4)	14	25	30 (4)	1	3	50 (4)	1	2	82 (6)	4	5
C	12 (3)	4	33	28 (4)	2	7	99 (7)	4	4	109 (7)	10	9
D	14 (1)	3	21	12 (1)	0	0	84 (3)	7	8	91 (3)	3	3
E	60 (5)	20	33	0 (0)	0	0	42 (5)	10	24	65 (2)	9	14
F	21 (2)	3	30	1 (1)	0	0	20 (2)	0	0	0 (0)	0	0
Total	192 (19)	57	30	122 (14)	7	6	376 (27)	43	11	402 (24)	49	12

A: 경기, B: 충청, C: 전라, D: 경상, E: 강원, F:제주, NC :Native cattle, DC: dairy cattle

표 6. Genotypes and phenotype of STEC isolates from native and dairy cattle collected between 2010 and 2011 [20].

Stxgenotype	Number of each genotype				Total	Number of each phenotype* expressed	Rate of accordance'(%)
	2010		2011				
	NC	DC	NC	DC			
*stx*1$^+$/*stx*2$^-$	6	2	5	4	17	16	94
*stx*1$^-$/*stx*2$^+$	41	5	20	21	87	76	87
*stx*1$^+$/*stx*2$^+$	10	0	18	24	52	48	92
Total	57	7	43	49	156	140	90

*Phenotype was determined by the reverse passive latex agglutination test. † Rate of accordance between the *stx* genotype and phenotype.

또한 2014년에 발표된 수의과대학 박용호 교수 연구팀 조사에 따르면 국내에서, 전국 (6개 지역) 한우/젖소 목장 54개 목장 주변의 분변을 채취하여 대장균 568개, 524개를 분리 분석한 결과, 각각 100개 (18%), 56개 (11%)의 STEC이 검출된 것을 확인하였고, 국내 목장에서 분리된 STEC 중 33% (52개)는 시가독소 (shiga toxin) *stx*1/2를 모두 보유, 10% (17개)는 *stx*1, 그리고 나머지 55% (87개)는 *stx2*만 가지고 있음을 확인하였는데, *stx2*를 가지고 있는 STEC의 비율 89.1% (139개)이었고, 또한 혈청형은 O26, O111, O104, O157이 확인이 되었다 [20].

HUS는 *stx1*보다, *stx2*와 연관성이 높다고 알려져 있는데, 위 2개의 연구 결과를 통해서, 음식점과, 마켓, 가정에서도 STEC 감염에 대한 주의가 필요하지만, 특히 목장 관리가 소고기나 유제품으로의 STEC 전파나 감염의 예방에 매우 중요하다는 점을 제시하고 있다.

용혈성요독증후군, 용혈성요독증, HUS (Haemolytic uraemic syndrome)

용혈성요독증후군 (HUS)은 용혈성 빈혈 (hemolytic anemia), 혈소판 감소증 (Thrombocytopenia), 신부전 (Renal failure)을 일으키며, 용혈로 인해 소변이 검붉어지고, 급성 신부전으로 핍뇨, 무뇨가 발생할 수 있다. 또한 신경학적 증상이 30~50% 관찰되며 (무기력감, 경련, 혼수), 소아에서 사망률이 높다 (3~5%). 미국에서는 유아에서 급성신부전의 주요 원인으로 알려져 있으며 [21], 또한 미국의 FoodNet보고에 따르면, 2000-2006년 동안, 3,464건의 STEC O157 감염이 있었고, 218명 (6.3%)은 HUS로 질병이 진행되었으며, HUS의 연령별 분포에서, 15.3%인 5세 이하의 유아 그룹이 가장 높은 비율을 차지하였다 [22]. 이탈리아의 경우 지난 1988-2012년 동안 연간 33건의 HUS가 발생하였으며, 0-15세에서 100,000명당 0.4건의 보고가 있었다 [23].

목장관리의 중요성

STEC 감염증은 오염된 소고기, 유제품 등 음식물 섭취에 의해 발병하지만, 소와 그 주변 환경과의 직/간접적인 접촉에 의한 오염으로 감염이 일어날 수 있다. 결국 음식물 오염에 국한된 것이 아닌, 목장과 주변 다양한 환경요소 (파리, 사료, 물, 분변)에 대한 간접적인 관리가 사람에서의 STEC 감염 위험을 줄이는데, 직접적으로 큰 영향을 미칠 수 있는데, 예를 들어, STEC에 오염된 분변이나 토양 그 자체가 사료통이나 사료보관탱크, 여물통에 오염되어, 지속적인 STEC 전파를 하는 것으로 알려져 있다. 또한 산업 동물의 분변은 파리에게 번식 장소이면서 동시에 음식원의 역할을 하는데, 분변에 접촉한 파리는 다른 환경의 표면으로 분변을 전파하거나, 병원체를 전달하

는 역할을 한다. 한 연구결과에 따르면, 목장내 파리와 소에서 동시에 분리한 STEC의 유전분석결과 (PFGE), 각각의 분리주가 같은 유전적 패턴을 보인 것으로 확인되어 (Indistinguishable), 파리에 의한 STEC의 전파 가능성을 제시하고 있으며 [25], 또한 이런 요인 이외에도, 여름철에 세균이 더 많이 증식할 수 있는 계절적인 요인이나, 섭취하는 사료의 종류에 따른 장내에서의 대장균 증식 속도의 차이, 동물 우리에 까는 짚이나 톱밥의 교체 횟수 등 여러가지 요소들에 대해서 많은 연구들이 발표되고 있다. 이는 결국 목장에서 오염을 줄여나가는 관리과정이, 결국은 식탁에서의 식중독 사고를 막는 효과적인 방법이 될 수 있다는 것을 제시하고 있다.

예방

STEC 감염 사례마다 각각의 원인을 찾는 것은 어렵지만, 대부분 직간접적으로 소에서 유래한 오염원 (분변, 고기, 유제품 등)이 직간접적으로 환경에 노출되고, 이것이 식품에 오염되어 음식섭취로 감염되는 경우가 많다. 따라서 목장에서 식탁까지 식품이 제조되는 단계마다 오염을 최소화하기 위한 조치를 취해야하는데, 목장 단계에서는 주변환경이나, 착유과정에서의 오염을 막고, 사료나 물에서의 오염을 줄여나가는 것이 목장이나 도축장에서 STEC의 유병율을 줄이는 효과적인 방법 중에 하나로 제시되고 있으며 [24], 또한 식품제조시설에서는 깨끗한 위생 상태를 유지하는 것이 오염을 최소화하는 방법인데, 가장 효율적인 방법은 가열이나, 방사능 조사처럼, 제조 중간과정에 살균과정을 포함시키는 것을 다양한 문헌에서 제시하고 있다. 가정의 경우 위생적인 조리를 하는 것이 중요한데, 칼과 도마는 소독하여 사용, 조리도구는 채소, 고기, 생선용을 구분하여 사용하는 것이 필요하다. 사람과 사람간의 접촉에 의한 감염에 대한 예방으로는, 특히 어린이 보육시설 같은 곳에서 종사하는 경우, 항상 깨끗한 위생상태를 유지하는 것이 중요한데, 일반적으로 무언가를 먹기 전이나, 기저귀를 갈아준 이후, 화장실을 다녀온 직후에는 손을 씻는 것이 감염을 예방하는 가장 좋은 방법이 될 것 이다.

〈위 글의 내용은

"Shiga Toxin (Verotoxin)-producingEscherichia coli and Foodborne Disease: A Review."

By Terajima, J., et al.Food Safety, 2017. 5(2): p. 35-53,

국내현황은 박용호 교수팀의

"Prevalence and characteristics of Shiga toxin-producing Escherichia coli (STEC) from cattle in Korea between 2010 and 2011."

By Kang, E., et al.J Vet Sci, 2014. 15(3): p. 369-379. 연구결과를 토대로 작성하였습니다.〉

참고 문헌

1. Kaper, J.B., J.P. Nataro, and H.L. Mobley, *Pathogenic Escherichia coli.* Nat Rev Microbiol, 2004. 2(2): p. 123-40.
2. Majowicz, S.E., et al., *Global incidence of human Shiga toxin-producing Escherichia coli infections and deaths: a systematic review and knowledge synthesis.* Foodborne Pathog Dis, 2014. 11(6): p. 447-55.
3. Kirk, M.D., et al., *Correction: World Health Organization Estimates of the Global and Regional Disease Burden of 22 Foodborne Bacterial, Protozoal, and Viral Diseases, 2010: A Data Synthesis.* PLoS Med, 2015. 12(12): p. e1001940.
4. Kirk, M.D., et al., *World Health Organization Estimates of the Global and Regional Disease Burden of 22 Foodborne Bacterial, Protozoal, and Viral Diseases, 2010: A Data Synthesis.* PLoS Med, 2015. 12(12): p. e1001921.

5. Louise, C.B. and T.G. Obrig, *Specific interaction of Escherichia coli O157:H7-derived Shiga-like toxin II with human renal endothelial cells.* J Infect Dis, 1995. 172(5): p. 1397-401.

6. Scotland, S.M., et al., *Properties of strains of Escherichia coli belonging to serogroup O157 with special reference to production of Vero cytotoxins VT1 and VT2.* Epidemiol Infect, 1987. 99(3): p. 613-24.

7. Nataro, J.P. and J.B. Kaper, *Diarrheagenic Escherichia coli.* Clinical Microbiology Reviews, 1998. 11(1): p. 142-+.

8. Karmali, M.A., et al., *Association of genomic O island 122 of Escherichia coli EDL 933 with verocytotoxin-producing Escherichia coli seropathotypes that are linked to epidemic and/or serious disease.* J Clin Microbiol, 2003. 41(11): p. 4930-40.

9. Callaway, T.R., et al., *Forage feeding to reduce preharvest Escherichia coli populations in cattle, a review.* J Dairy Sci, 2003. 86(3): p. 852-60.

10. Farrokh, C., et al., *Review of Shiga-toxin-producing Escherichia coli (STEC) and their significance in dairy production.* Int J Food Microbiol, 2013. 162(2): p. 190-212.

11. Hussein, H.S. and L.M. Bollinger, *Prevalence of Shiga toxin-producing Escherichia coli in beef cattle.* J Food Prot, 2005. 68(10): p. 2224-41.

12. Terajima, J., et al., *Shiga Toxin (Verotoxin)-producingEscherichia coli and Foodborne Disease: A Review.* Food Safety, 2017. 5(2): p. 35-53.

13. Beutin, L. and A. Martin, *Outbreak of Shiga toxin-producing Escherichia coli (STEC) O104: H4 infection in Germany causes a paradigm shift with regard to human pathogenicity of STEC strains.* Journal of food protection, 2012. 75(2): p. 408-418.

14. Solomon, E.B., H.J. Pang, and K.R. Matthews, *Persistence of Escherichia coli O157:H7 on lettuce plants following spray irrigation with contaminated water.* J Food Prot, 2003. 66(12): p. 2198-202.

15. Wachtel, M.R., L.C. Whitehand, and R.E. Mandrell, *Association of Escherichia coli O157:H7 with preharvest leaf lettuce upon exposure to contaminated irrigation water.* J Food Prot, 2002. 65(1): p. 18-25.

16. Sartz, L., et al., *An outbreak of Escherichia coli O157:H7 infection in southern Sweden associated with consumption of fermented sausage; aspects of sausage production that increase the risk of contamination.* Epidemiol Infect, 2008. 136(3): p. 370-80.

17. Mukherjee, A., et al., *Soil survival of Escherichia coli O157:H7 acquired by a child from garden soil recently fertilized with cattle manure.* J Appl Microbiol, 2006. 101(2): p. 429-36.

18. Ostroff, S.M., J.M. Kobayashi, and J.H. Lewis, *Infections with Escherichia coli O157:H7 in Washington State. The first year of statewide disease surveillance.* JAMA, 1989. 262(3): p. 355-9.

19. Griffin, P., *Escherichia coli O157: H7 and other enterohemorrhagic Escherichia coli.* Infections of the gastrointestinal tract, 1995: p. 739-761.

20. Kang, E., et al., *Prevalence and characteristics of Shiga toxin-producing Escherichia coli (STEC) from cattle in Korea between 2010 and 2011.* J Vet Sci, 2014. 15(3): p. 369-79.

21. Siegler, R.L., *The hemolytic uremic syndrome.* Pediatric Clinics of North America, 1995. 42(6): p. 1505-1529.

22. Gould, L.H., et al., *Hemolytic uremic syndrome and death in persons with Escherichia coli O157: H7 infection, foodborne diseases active surveillance network sites, 2000-2006.* Clinical Infectious Diseases, 2009. 49(10): p. 1480-1485.

23. Germinario, C., et al., *Community-wide outbreak of haemolytic uraemic syndrome associated with Shiga toxin 2-producing Escherichia coli O26: H11 in southern Italy, summer 2013.* Eurosurveillance, 2016. 21(38).

24. Hancock, D., et al., *Ecology of Escherichia coli O157: H7 in cattle and impact of management practices.* Escherichia coli O, 1998. 157: p. 85-91.

25. Keen, J.E., et al., *Shiga-toxigenic Escherichia coli O157 in agricultural fair livestock, United States.* Emerging infectious diseases, 2006. 12(5): p. 780.

26. WHO, Media centre, *E. coli*, http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs125/en/

27. CDC, *E.coli* (Escherichia coli), https://www.cdc.gov/ecoli/general/index.html

28. 연합뉴스, 동물농장 다녀온 남매 대장균 감염 동생 사망 오빠 중태http://www.yonhapnews.co.kr/bulletin/2017/07/21/0200000000AKR20170721088700009.HTML

29. CNN, Toddler dies after tip to petting zoo, http://edition.cnn.com/videos/us/2015/10/07/e-coli-petting-zoo-death-toddler.wgme

30. 보건복지부, 질병관리본부, 2017년 수인성 및 식품 매개 감염병 관리지침, 발간등록번호 11-1352159-000491-10

31. 질병관리본부, 주간 국내외 감염병 동향 ('17.7.7-7.13) 2017년 제 28호