

송아지 대장균설사증 발생기전과 예방대책

윤 용 덕*

1. 머릿말

송아지 설사증은 생후 1개월 이내의 송아지에서 제일 많이 발생하는 질병중 하나로 위축 및 폐사로 인해 축산업 발전에 커다란 장애요소가 되고 있다. 이러한 설사증중에서 약 60~70%가 병원성 대장균의 감염에 의해서 일어난다.

송아지에서 설사증을 유발하는 대장균들의 대부분은 특수 단백질로 구성되어 있는 K₉₉ 및 F₄₁ 항원을 가진 것으로 이것을 일명 부착소(附着素, Adhesin or Colonization factor)라고 한다.

이러한 항원 때문에 어린송아지에 대장균이 감염되면 이들 대장균이 소장점막에 있는 융모(villi)에 부착될 수 있고, 그 곳에서 발육 증식하면서 생산하는 장독소(腸毒素, Enterotoxin)에 의해 장벽이 자극을 받게 되어 설사를 일으키게 된다. 따라서 대장균성 설사증을 예방하기 위해서는 K₉₉ 및 F₄₁ pilus나 장독소를 항원으로 한 백신(vaccine)이 가장 효과가 있을 것으로 믿는다.

가축위생연구소 세균과에서는 1984~1985년까지 2년간 설사송아지로 부터 병원성대장균의 분리동정시험을 거쳐 K₉₉ 및 F₄₁ pilus항원을 정제하여 백신을 개발하는데 성공한바 있다. 현재 생산업체에 본 백신의 생산기술 전수가 끝나 곧

*가축위생연구소

대량 생산되어 양축농가에 보급될 것으로 믿는다.

송아지에 설사증을 유발하는 중요한 소인을 소개한다면 다음과 같다.

(1) 질이 좋은 초유(初乳)를 충분히 먹지 못했을 때, (2) 장내세균총이 유산균으로 정착되기 전에 병원성 대장균이나 살모넬라균과 같은 병원체가 감염되었을 때, (3) 인공포유시 변질되었거나 부패된 우유를 급여했을 때, (4) 너무 차거나 더운 우유를 급여했을 때, (5) 한번에 너무 많은 양을 급여했을 때, (6) 축사가 너무 축거나 더울 때, (7) 축사가 늘 축축하고 환기가 잘 안될 때, (8) 장기간 수송했을 때 등을 들 수 있다. 따라서 이러한 설사증 발생소인을 제거하여 주는 것이 송아지 사육시 설사증으로부터 보호하는데 중요한 관건이되기도 한다. 특히 송아지 대장균성 설사증은 생후 1개월 미만의 어린 송아지에서 흔히 발생하는 질병으로서 패혈증(敗血症)과 급만성 장염을 일으키므로 경제적인 손실을 많이 주는 질병중 하나이다.

2. 설사증 발생조건

감염된 대장균이 설사증을 유발하려면 다음과 같은 조건중 하나 이상 조건에 합당하여야 한다. (1) 장점막 상피세포에 부착할수 있는 능력이 있어야 하고 또 장점막조직에는 아무런 변화를 주지 않으면서 장독소를 생산할 수 있어

야 한다. (2) 장점막의 Brush border에 상해를 주면서 부착될 수 있는 능력을 가져야 한다. 즉 병원성대장균이 어린가축에 감염되면 장점막상피세포의 미세구조에 변화를 가져오면서 부착되어 있어야 한다. (3) 장점막상피세포내로 침입하여 발육증식되므로 그들 세포를 파괴시킬 수 있는 능력이 있어야 한다. (4) 장점막상피세포를 통과하여 고유층(Lamina propria)에 까지 침입하여 발육증식함으로써 장점막과 점막하조직에 손상을 주게 되어야 한다. 따라서 이들 침입균들은 장점막임파절로 전파되고 결국 전신으로 퍼지게 되어 균혈증(菌血症, Bacteremia)을 유발하게 된다. 이러한 현상은 대장균감염에서 일어나는 것이 아니고 살모넬라속균, *Campylobacter jejuni* 및 *Yersinia enterocolitica* 등에 감염되었을 경우 일어나는 것이다. (5) 특히 *Salmonella typhi*, *S. paratyphi A* 및 B와 같은 세균에 감염되었을 경우는 감염된 이들균이 거식세포(Macrophage)에 탐식되어 장점막의 고유층에 도달하고 이와 같이 도달된 세균은 임파계와 혈류를 통하여 망상직내피세포계에까지 운반되어 발육증식하게 되므로 그곳에 있는 탐식세포들과 투쟁을 활발히 하게 된다. 따라서 장질부사에 걸리면 고열을 동반하게 되는 것이다.

3. 설사증 발생을 위한 병원성 인자

체내에 감염된 세균이 설사증상을 나타 내기 위해서는 아래와 같은 기전중 하나 이상에 적합하여야 된다. (1) 세균이 장관내로 침입 감염되어 발육증식 할때 국소방어기전을 전복할 수 있어야 한다. (2) 장점막에 감염된 세균은 점막에 부착되어 침투할 수 있는 능력이 있어야 한다. (3) 장점막상피세포에 부착된 대장균이 그곳에서 집락화(集落化)되어 장관내에 세균이 머물 수 없도록 하는 주요한 방어기전인 장연동운동에 영향을 받지 않아야 한다. (4) 감염된 세균들이 장점막상피세포들에 의해서 섭취되는 것을 증진시킬 수 있는 능력이 있어야 한다. (5) 감염된 세균은 숙주조직내에서 충분히 증식될

수 있는 능력이 있어야 한다. (6) 감염된 세균은 장독소를 생산할 수 있어야 한다. 또 생산된 장독소는 장점막에 흡수되어 염증을 유발시킬 수 있어야 한다.

4. 대장균 설사증의 발병기전

병원성대장균중 장독소형대장균(Enterotoxigenic *Escherichia coli*, ETEC)이 감염되면 이들균이 가지고 있는 pilus항원에 의해 장점막상피세포에 부착되어 발육증식하면서 합성방출하는 장독소가 장점막상피세포에 있는 Adenylate 또는 Guanylate cyclase를 활성화시키므로 장점막세포내에 cyclic AMP 또는 cyclic GMP를 축적하게 되며 그 결과 장점막세포에서는 sodium(Na)과 Chloride(Cl)와 같은 전해물질의 흡수가 억제되는 반면장점막조직내에 있는 Na와 Cl와 같은 전해물질은 장관내로 계속 분비된다. 따라서 장관내의 내용물에는 이들 전해질 물질의 농도가 점점 높아지게 되므로 삼투현상에 의하여 조직내에 있는 수분이 계속 장관내로 유출되어 나오면서 조직내의 전해질농도와 장관내용물의 전해질 농도가 평형을 유지하려고 하기 때문에 병원성대장균이 감염되면 임상증상으로는 심한 설사를 하게되고 탈수현상이 일어나게 된다.

5. 병원체 및 전염경로

송아지 대장균성 설사증의 주요 원인체는 병원성 대장균중 K₉₉ 및 F₄₁ pilus항원을 가진 것으로 장독소를 생산하는 대장균이다.

우리나라 송아지 대장균성 설사증 원인 대장균의 혈청형을 알아 보기 위하여 1983년부터 1984년까지 생후 2개월미만의 설사송아지를 대상으로 병원성 대장균을 분리하여 그들의 혈청형을 조사한 결과 표1에서 보는 바와 같이 O 88 O138, O64, O149, O115, O20, O45 및 O141 등이 전체의 92.9%를 점하고 있었다. 이는 우리나라 어린송아지 대장균성 설사증이 이들 혈청형에 의한다고 말할 수 있으며 또 이들 대부분이 K₉₉ 및 F₄₁ pilus항원을 가진 대장균임이 확인

표 1. 설사송아지로부터 분리된 병원성 대장균의
혈청형 분포상황(가위:1984)

혈 청 형	균주수	%	누적율(%)
O 88;K-	20	28.2	20(28.2)
O138;K81	20	28.2	40(56.3)
O 64;K-	6	8.5	46(64.8)
O149;K91	6	8.5	52(73.2)
O115;K-	5	7.0	57(80.3)
O 20;K101	3	4.2	60(84.5)
O 45;K87	3	4.2	63(88.7)
O141;K85	3	4.2	66(92.9)
O139;K12	2	2.8	68(95.8)
O 9;K103	1	1.4	69(97.2)
O 15;K-	1	1.4	70(98.6)
O114;K90	1	1.4	71(100.0)

되었다.

대장균설사증 감염경로는 병원성대장균에 감염되었다가 회복된 송아지, 감염되었어도 임상 증상을 나타내지 않고 있는 송아지 및 감염된 어미소 등은 임상증상 없이 보균자가 될 뿐이다. 이러한 보균자가 배설한 대장균에 오염된 사료(우유포함), 물, 축사, 축체, 기타기구 등을 통한 경구감염이 주요 감염경로이다.

6. 발생 및 증상

생후 24시간 이내 송아지의 제4위는 위산(胃酸) 분비세포의 기능이 발달되어 있지 못해 염산 분비기능이 약하므로 위내용물의 산도(酸度)가 매우 낮다. 또 이 시기에는 단백질질을 분해할 수 있는 효소분비도 약하다. 그러므로 이때에 감염되는 병원성대장균, 혐기성세균 및 장구균 등은 위(胃)에서 아무런 영향을 받지 못하게 되므로 쉽게 십이지장을 통하여 소장점막에 침입 발육 증하면서 이들 세균이 생산하는 장독소에 의해 심한 염증을 일으키게 된다. 염증의 결과로 장조직으로부터 계속해서 수분과 모든 전해질 물질이 장관내로 빠져 나오므로 설사를 일으키게 된다. 또한 젖을 먹어도 단백질 분해효소가 거의 없고 장벽은 염증이 있어 소화되지 않은 채

로 배설되게 된다. 따라서 똥의 색깔이 흰색 내지 회백색의 물 같거나 끈끈한 설사를 하게 되어 이것을 일명 “독백리”(積白痢)라고 한다. 그러나 송아지의 일령이 많아지면 제4위의 선조직(腺組織)이 발달되어 위산(胃酸) 분비가 많아지므로 pH가 4.0~5.5인 강산(強酸)으로 되어 대부분의 병원성세균들이 위를 통과 못하고 사멸하게 된다. 반면 산(酸)에 대해서 강한 유산균(乳酸菌)들만이 위를 통과 장(腸)내에서 서식하게 되므로 정상동물에 있어서는 혹시 병원성 세균들이 침입되더라도 소장내에서는 발육 증식을 못하고 대장(大腸)쪽으로 밀려가서 서식하게 된다.

위산분비기능이 미약한 생후 1~4일령 새끼 송아지가 병원성대장균의 침입을 받으면 위나 소장에서 용이하게 발육증식되므로 “독백리”가 발생되게 된다. 따라서 초유를 출생후 빠른 시간내에 먹지 못한 경우, 새끼 송아지가 감당하기 어려운 정도로 환경이 나쁘다든지, 어미소 젖의 양과 질이 좋지 못할 경우에는 더욱더 설사증세가 심하며 경과도 짧고 예후도 나쁘다. 또한 동물들은 태반면역(胎盤免疫)이 형성되지 못하므로 출생적후 초유를 충분히 먹어야만 어미의 젖을 통한 면역항체를 수동적으로 받아 각종 병원미생물의 침입으로부터 보호된다.

이러한 이유 때문에 초유는 될 수 있는대로 출생후 빠른 시간내에 충분히 먹이는 것이 새끼송아지를 안전하게 기르는 방법이 된다. 그렇지만 어미로부터 새끼송아지에 이행되는 면역항체는 분만 2~3주부터 급격히 떨어지기 시작하여 생후 1개월정도면 거의 다 소실된다. 병원성대장균에 의한 송아지 설사증은 주로 생후 2개월미만의 송아지에서 가장 많이 발생된다. 따라서 가축위생연구소 세균과에서는 6개 목장 445두의 송아지에 대한 설사발생율을 조사한 바 표 2에서 보는 바와 같이 생후 1주에 33두(7.4%), 2~3주에 50두(11.2%), 4~8주에 11두(2.5%)로서 생후 2개월까지 전체적으로 94두(21.1%)의 송아지가 설사를 하였다. 그러나 이

표 2. 주별 송아지 설사증 발생 상황 (가위: 1984)

목장별	조사 송아지수	설사발생송아지수			계(%)
		1주	2~3주	4~8주	
A	50	2	1	5	8(16.0)
B	45	4	4	2	10(22.2)
C	94	2	3	4	9(9.6)
D	41	3	11	-	14(34.1)
E	70	11	8	-	19(27.1)
F	145	11	23	-	34(23.4)
계(%)	445	33(7.4)	50(11.2)	11(2.5)	94(21.1)

는 조사당시의 설사발생상황이므로 설사로 가장 피해가 많은 분만직후부터 이유기까지의 설사발생여부를 개체별로 조사한다면 이보다 높은 설사 발생율을 나타낼 것으로 생각된다.

특히 병원성대장균들이 생후 5~6시간 이내에 감염되면 위(胃), 회장(廻腸, ileum)과 대장에서 주로 서식하게 된다. 이들은 감염후 3~4 시간 지나면 완전히 장관내에 정착하게 되어 정상송아지의 경우 위내의 생균수가 1,000개/ml이다. 십이지장(十二指腸, Duodenum)에서의 대장균수가 가장 많은 시기는 생후 1~4일경 송아지에서 생균수가 10~100개/ml로 매우 낮다. 이는 유산균이 장내에 많이 서식되고 있으므로 대장균이 서식할 수 없기 때문이다. 그러나 설사 송아지의 경우는 십이지장내의 대장균수가 $10^7 \sim 10^8$ /ml 정도로 많아진다. 이는 전술한 바와 같이 생후 곧 병원성대장균이 감염되어 장내에서 발육증식하면서 위장(胃腸)에 염증을 동반하므로 위산분비기능 및 단백질분해효소분비기능 장애를 가져오므로 일어나는 현상이다. 따라서 이들 병원성대장균으로부터 보호하기 위해서는 생후 즉시 초유를 충분히 먹이고 또 보온, 축사의 건조, 환기, 청결 및 철저한 소독 등 위생적 조치를 취하는 것이 바람직하다.

출생시 유산균제제를 일정기간 급여하여 여러 종류의 병원미생물이 장내에 정착하기 전에 유산균이 장내에 다수 정착되도록 하는 것도 설사증 발생을 예방하기 위해서 중요한 일이다.

가. 패혈증형(敗血症型)

생후 1~3일 이내 송아지에서 주로 발생하는 것으로 특별한 임상증상이 갑자기 수시간 내에 폐사하는 것이 특징이다. 이는 이미 설명한 바와 같이 생후 5~6시간 내에 감염된 병원성 대장균들이 십이지장을 비롯한 회장, 결장 등의 점막상피세포에 침입 임파계통을 거쳐 십이지장으로 들어가 전신의 혈류와 같이 돌아다니게 되므로 일어나는 형태이다. 이때 문제시되는 병원성대장균의 혈청형은 주로 O15, O78, O86, O115 및 O117 등이 있다.

나. 장염형(腸炎型)

장염형은 장에 병원성대장균이 감염되어 장점막에 염증을 일으키는 것으로 특징적인 임상증상은 심한 설사이다. 이때 설사의 양상은 황백색 수양성 또는 백색의 끈적끈적한 형태이고, 식욕이 없어지고, 설사를 지속적으로 하므로 항문 주변에 똥이 붙어 있어 지저분해지며, 피모가 거칠어지고, 심한 탈수(脫水), 수척되고 또 눈이 함몰되며 더 진행되면 폐사하게 된다. 장염형에서 주로 문제되는 대장균의 혈청형은 O8, O9, O17, O101, O117 및 O141 등이다.

7. 진단 및 예방관리

발생역학과 임상증상을 잘 관찰하면 진단이 가능하다. 설사증을 일으키는 병원성대장균은 K_{99} 및 F_{41} 항원을 가진 것이 대부분이므로 설사재료로부터 K_{99} 및 F_{41} 항원을 가진 대장균을 순수 분리하는 것은 진단적 큰 가치가 있다. 또 대장균설사증에 걸린 송아지의 소장내용물(십이지장이나 공장)에서는 g당 1천만개 내지 1억개 이상의 병원성대장균이 검출되므로 대장균설사증의 실험실 진단은 그리 어렵지 않다.

가. 사양관리

고온다습은 송아지의 저항성을 약화시키는 중요한 조건이 되므로 축사환경을 개선하여 어린 송아지의 질병에 대한 저항성을 높여 주어야 한다. 고온다습한 축사환경은 대장균을 비롯한 병원성미생물이 외계에서 오랜기간동안 생존 증식할 수 있는 조건이 될 뿐만 아니라 다른 개체

에 감염기회를 높여주는 결과가 된다. 따라서 철저한 환경위생이 아주 중요한 예방조건이 된다.

초유를 빠른시간내에 충분히 급여하여야 하며 과식을 피하고 대용유로 사육되는 송아지의 경우는 우유의 온도를 36℃ 내지 38℃로 하여 급여하고 절대로 변패되었거나 부패된 우유를 먹여서는 안된다. 또 목장자체에 방역대를 설치 방문객의 출입시 목장전용의 장화와 가능하면 작업복이나 위생복을 입고 목장에 들어가도록 하는 것이 바람직하다. 한편 전염원이 되는 고양이, 개 또는 야생동물(쥐, 새 등)들이 분만우사에 출입하지 못하게 하여야 하며 가능하면 모기나 파리 등과 같은 곤충도 철저히 구제하여 감염원과 오염원을 없애는 것이 이상적인 사양관리이다.

나. 예방대책

대장균설사증의 예방은 지금까지 서술한바와 같이 사양관리를 잘 해주고, 위생관리를 철저히 해주는 것이 중요하다. 그러나 어린송아지의 설사증피해를 많이보는 목장에서는 초유를 먹기 전이나 바로 후에 감수성이 있는 항생물질을 약 10ml정도 먹이면 대장균 설사증을 어느정도 감소시킬 수 있다. 또 분만직후에 유산균 생균제제를 7일정도 계속투여 하는 것도 좋은 예방법 중 하나이다. 또 하나의 좋은 예방법은 대장균 백신을 임신우(妊娠牛)에 접종하므로 모우의 초유 또는 유즙(乳汁)에 함유된 면역항체에 의하여 신생독우에 수동면역시켜 예방하는 방법이다.

가축위생연구소 세균과에서는 1985년 송아지 대장균설사증백신을 개발하여 3개 목장 54두의 임신우에 백신을 분만 6주전과 2주전 2회에 걸쳐 접종한 후 분만된 송아지 54두와 대조군에서 분만된 24두의 송아지에 대한 생후 10일간의 설사발생상황을 조사한 성적은 표 3에 서와 같다. 즉 백신접종군의 송아지설사증 발생율은 9.3%인데 반하여 대조군에서는 33.3%의 설사증 발생이 있어 백신의 예방효과는 72.1%

표 3. 대장균백신의 송아지 설사증에 대한 방어효과 (가위 : 1985)

구 분	공시두수	설사발생(10일간)		방어효과
		두수	%	
백신접종군	54	5	9.3	72.1%
대 조 군	24	8	33.3	

이었다.

8. 치 료

대장균성 설사증의 주요 증상이 설사이므로 심한 탈수현상과 허탈상태에 빠지게 된다. 따라서 전해질이 함유된 수액을 공급해주는 것이 가장 좋다. 아울러 감수성이 높은 항생물질이나 화학요법제를 경구적으로 투여하거나 주사해지면 치료효과가 크다. 그러나 대장균은 약제에 대한 내성을 쉽게 획득하므로 효과가 인정되는 항생물질도 계속해서 장기간 사용하면 효과가 없어진다. 따라서 원인균에 대한 각종 항생물질의 감수성시험을 주기적으로 조사하여 가장 경제적이고 효과가 우수한 항생물질을 선발사용하여야 한다. 항생물질로 주사하여 치료할 경우는 2~3일간 계속 치료하여야 하며 사료에 첨가해 줄 때는 약 3주정도 계속 투약해야 효과가 있다.

표 4. 설사송아지로 부터 분리된 대장균(133주)의 약제감수성시험 (가위 : 1984)

항생물질	감수성균주수	감수성율(%)
Ampicillin	29	21.8
Chloramphenicol	5	3.7
Colistin	3	2.3
Erythromycin	0	0
Gentamicin	124	93.2
Kanamycin	3	2.3
Neomycin	1	0.7
Penicillin	0	0
Streptomycin	3	2.3
Tetracycline	2	1.5
Nalidixic acid	67	50.4

설사송아지에서 분리된 대장균의 각종 항생 물질에 대한 감수성을 조사한 성적은 표 4에서 보는 바와 같이 가장 효과가 있는 항생물질은 Gentamicin뿐이고 다른 항생물질은 거의 모두가 감수성이 50%이하로 매우 낮았다.

9. 맺는말

송아자 사육양상이 과거와는 달리 최근에 와서는 개체관리에서 집단관리로 전환되고, 교통수단의 발달로 가축의 이동이 빈번해짐에 따라 질병의 전파속도가 빨라짐은 물론 발생도 상대적으로 높아지고 있으므로 질병으로 인한 양축가의 경제적 손실이 극심해지고 있다. 이와 같은 사회적인 변화와 양축업의 집단지화 및 기업화에

따라 송아지의 설사증으로 인한 피해 또한 대형화될 가능성이 늘 존재하고 있다. 그러므로 대장균설사증을 예방관리하기 위해서는 이미 언급한 바와 같이 축사의 건조, 보온, 환기 등을 잘해 줄 것과 축사내외의 철저한 소독 및 축사 출입구에 소독조설치 등 위생관리를 철저히 잘 해주어야 한다.

대장균설사증 예방을 위해서는 임신우에 백신을 철저히 접종하여 분만된 독우의 대장균성 설사증을 예방해 주어야 한다.

설사증이 발생한 목장에서는 즉시 이환독우를 격리수용하면서 치료할 것과 치료할 경우는 효과가 우수한 항생물질을 선발 치료해야 할 것이다.

■ 海外文獻抄錄 ■

개의 먹이와 급여횟수가 위장기능에 미치는 영향

The influence of Diet and Feeding Frequency on Gastric Function in the Dog

JAAHA. 23 : 145~152, 1987

개에게는 하루에 한번씩 먹이를 급여한다는 것이 일반적인 통념으로 되어왔다. 그러나 저자들은 하루분량을 3회에 나눠 먹이는 것이 바람직하다는 이론을 실험을 통하여 밝히고 있다.

野犬은 동물성 고 단백질, 저 탄수화물, 저칼로리성인 음식을 취하는데 반하여 家犬은 저 단백질이고 고 탄수화물, 고 칼로리성 음식을 섭취하는데다가 잘게 분쇄되고 과도열처리와 포도당이 첨가된 쉽게 소화되고 발효가 잘되는 상품화된 개밥을 먹고 있는 것이 愛犬을 많이 기르는 서구국가들의 현실이다. 그러나 1일 1회에 한하여 급여되는 습관이 장기간 계속될 때 위확장과 위내세균총에 영향을 미치며 확장된 위는 복강내 타 장기의 위치를 변위시키며 구토나 위내 잔류시간을 지연시켜 개스축적 특히 식후에 과격한 운동이나 상승된 환경온도 노출 또는 급수량이 과도할 때 急性胃擴張을 초래하는 주요한 소인이 된다고 하였다. 1일 1회 급여군(그림 2)은 1일 3회 급여군(그림 1)보다 식후 혈청내

gastrin수준이 현저히 높고 위확장이 유발되며 장기간 지속은 위기능장해를 비례적으로 초래할 뿐 아니라 急性胃擴張 및 捻轉(그림 4)의 원인이 됨을 6개월간의 실험에서 결론짓고 있다.

(서울大 獸醫大 韓弘栗 抄)

