



남 향 미
수의학 박사
국립수의과학검역 수의연구사
namhm@nvrqs.go.kr

연쇄상구균과 장구균으로 인한 환경성 유방염의 감염위험요인과 통제방법

최근 몇년간 국립수의과학검역원에서 조사한 바에 따르면, 국내 젖소에서 유방염을 일으키는 주된 원인균은 황색포도상구균을 제외하고는 거의 대부분 젖소의 환경으로부터 유래하는 환경성 세균에 의한 것으로 확인된 바 있다. 국내 젖소의 유방염 원인균으로 작용하고 있는 이러한 환경성 세균 중 coagulase-음성 포도상구균 (Coagulase-negative Staphylococci, CNS)과 *E. coli* 등의 그람 음성균이 가장 많은 비율을 차지하였지만 그 외에 *Streptococcus uberis*를 비롯한 환경성 연쇄상구균과 장구균도 상당한 비율을 차지하는 것으로 조사되었으며 이에 대해서는 지난 9월호에서도 상세히 기술한 바 있다.

환경성 연쇄상구균과 장구균은 젖소에서 유선감염 및 임상형 유방염의 중요한 원인이며 환경성 연쇄상구균 중 가장 흔히 발견되는 유방염 원인체는 *Streptococcus uberis*로서, 이는 국내에서만 아니라 미국, 유럽, 뉴질랜드, 호주 등에서 수행된 많은 연구결과에서도 마찬가지로 나타났다. 장구균 중 가장 흔히 분리되는 균종은 *E. faecium*과 *E. faecalis*로서 검역원에서 지난 몇 년간 조사된 결과에서도 이 두 가지 균 종이 유방염유우에서 분리된 장구균의 90% 이상을 차지하였다. 이러한 환경성 연쇄상구균과 장구균은 사람과 동물의 장관, 분변, 감염된 유방 및 전체적인 목장 환경에서 분리되고 있다. 장구균은 일반적으로 환경성 연쇄상구균/장구균 유방염 감염증 중의 일부일 뿐이고 장구균에 의한 유방염이 목장의 주된 문제가 되는 일은 비교적 드물다. 현재, 장구균에 의해 발생하는 유방염은 *S. uberis*를 통제하기 위해 사용되는 방법과 동일한 방법으로 통제할 수 있다고 여겨진다.

원인체에 상관없이 유방염을 통제하기 위한 기본적인 원칙은 유방염을 일으킬 수 있는 병원체에 유두끝이 노출되는 기회를 줄이거나 감염에 대한 젖소의 저항성을 증가시키는 두 가지 방법이다. 역으로 얘기하면, 병원체에 대한 유두끝 노출을 증가시키거나 감염에 대한 젖소의 저항성을 감소시키는



요인들은 우군 내에서 더 많은 유방염을 발생시킬 가능성이 높기 때문에 위험요인으로 간주된다. 본고에서는 환경성 연쇄상구균에 의한 유방염과 관련이 있는 것으로 알려진 이러한 여러 가지 위험요인들에 대해 알아보고 그러한 위험요인을 줄일 수 있는 방법에 대해서도 고찰하고자 한다.

1. 환경성 연쇄상구균에의 유두끝 노출

감염되지 않은 유두가 환경성 연쇄상구균에 노출될 수 있는 때는 착유과정 중, 착유중간, 건유기중, 그리고 최초로 비유를 하는 초산우의 경우는 분만전기이며, 이는 황색포도상구균과 같은 전염성 유방염균에 대한 노출이 주로 착유 중에 발생하는 것과

대조적이다. 환경성 연쇄상구균 특히 *S. uberis*는 깔짚, 토양, 반추내용물, 분변, 외음부, 입술, 콧구멍, 유선 및 유두에서 분리되어 왔다. 사일리지 같은 사료도 이러한 병원체의 원천이 될 수 있으며 생식기 감염이 환경을 오염시키는 원인이 될 수 있다.

유두와 유방이 깔짚과 직접적으로 접촉하는 경우가 많기 때문에 깔짚은 환경성 연쇄상구균에 유두가 노출되는 주요 원천으로 작용할 수 있다. 일반적으로 모래 같은 무기물로 된 깔짚에서는 유기물로 된 깔짚에 비해 모든 세균의 수가 더 적다. 모래로 된 깔짚에 있는 환경성 연쇄상구균의 수는 모래에 섞인 흙의 양, 모래가 일단 우사에 깔린 다음 분변에 오염된 정도 등에 따라 달라진다. 깨끗이 세척된 모래가 깔짚으로 가장 좋으며 우사를 깨끗한 모래로 유지하는 것이 깔짚에 있는 병원성 세균의 수를 낮게 유지하는데 있어 가장 중요하다. 유기물로 된 깔짚에서의 환경성 연쇄상구균의 수는 깔짚의 유형에 따라 달라진다. 톱밥이나 나무로 된 깔짚은 일반적으로 그람음성균이나 coliform 세균이 많은 경향이 있는 반면, 대량의 환경성 연쇄상구균은 종종 벧짚으로 된 깔짚에서 관찰되며 실제로 벧짚으로 된 깔짚이 *Str. uberis*의 유력한 원천이라고 보고된 바 있다. 또 다른 연구자에 따르면 벧짚에서 환경성 연쇄상구균의 수가 가장 많았고 톱밥에서는 그 수가 훨씬 더 적었다. 또한, 유두 swab을 통해 분리된 연쇄상구균의 수가 벧짚으로 된 깔짚우사에 있던 소에서 가장 높은 것으로 나타났다. 재생신문지나 펠릿화한 옥수수 속도 상당한 수의 환경성 연쇄상구균 및 유두오염과 관련이 있다고 보고되었다. 분만사나 개방우사에서 깔짚으로 사용되는 긴 벧짚은 환경성 연쇄상구균에 유두가 심하게 노출되는 원천이 될 수 있다. 황색포도상구균이나 무유연쇄상구균 (*Str. agalactiae*)과 같은 전염성 (contagious) 병원체가 문제되지 않는 농장에서 체세포 수가 높게 나타나는 것은 흔히 그 농장이 환경성 연쇄상구균에 심하게 감염된 결과일 수 있다. 이러한 농장은 분변이나 오줌에 의

해 심하게 오염된 벧짚으로 된 깔짚이 깊게 깔린 개방 우사에 소를 둔 것을 흔히 볼 수 있다. 특히 바깥 기온이 상당히 높은 늦은 봄에 환기가 잘 안 되는 축사에서 이러한 문제가 종종 발생할 수 있다. 명백히 농장의 축사시설이나 관리방법이 깔짚을 오염시키고 환경성 연쇄상구균에 유두가 노출되게 만드는 역할을 한다. 축사시설은 소가 최대한 편안하고 스트레스나 신체적인 손상이 최소화하도록 설계되어야 하고 특히 건조한 상태를 유지할 수 있도록 좋은 환기시설이 중요하다. 잘 못 설계된 개방우사는 환경성유방염의 발생률을 증가시킬 수 있다. 잘 설계된 개방우사에서는 소들이 먹거나 누워서 휴식할 수 있다. 많은 소들이 서성거리거나 통로에 누워있다는 것은 일반적으로 개방우사의 설계가 적절하지 않거나 과도하게 밀집해 있음을 표시한다. 개방우사를 외벽이나 단단한 벽에 맞서서 짓는 것은 피해야 한다. 단단한 벽은 바람의 자유로운 이동을 막고 소들이 일어서려고 할 때 필요한 공간을 최소화할 수 있기 때문이다. 우사 내를 2~3% 정도 경사지게 만들면 오줌과 물이 고이는 것을 감소시켜 유두손상을 감소시킬 수 있다. 축사에 소가 과밀하게 있는 경우 환경성 연쇄상구균에 의한 유방염 발생률이 증가될 수 있다.

그늘진 우사에 있는 소들은 우기 중에 환경성 연쇄상구균/장구균에 의한 유방염 감염 위험이 높아질 수 있다. 덥고 건조한 상태는 유두가 이러한 세균에 노출되는 빈도를 줄여준다. 그늘진 구역은 명백히 위험지역이다. 소의 털을 빗질해주고 축사에 있는 축축한 물질을 제거하고 대신 마른 상태의 것으로 교체해 줌으로써 이러한 위험을 줄일 수 있다. 그러나 그늘진 구역은 실제로는 분변이 쌓여있는 개방우사로서 소의 유두끝이 환경성 병원체에 심하게 노출되게 만드는 전형적인 구역이 될 수 있으면 이러한 노출은 과밀집에 의해 악화될 수 있다. 방목되는 소들은 일반적으로 제한된 축사 안의 소에 비해 환경성 연쇄상구균으로 인한 유방염에 대한 위험이 적을 것으로 생각된다. 그러나, 고도의 환경성 연쇄상구균/장구균에 노출될 수 있는 조건이 풀밭에도 존재한다. 나무그늘 아래의 구역은 이러한 균에 노출될 가능성이 높은 조건을 형성할 수 있으며, 소가 풀을 뜯어먹은 자리도 비가 심하게 내리는 기간 중에는 축사 내의 소와 비슷한 정도의 노출을 야기할 수 있다. 실제로 소가 언제나 방목 상태에 있는 뉴질랜드의 젖소에서 환경성 연쇄상구균은 가장 중요한 환경성 병원체로 작용하고 있다고 보고된 바 있다. 부적절한 착유위생이나 착유기 기능은 환경성 연쇄상구균으로 인한 유방염을 일으키는데 기여할 수 있으며 따라서 가장 중요한 점은 청결한 착유위생, 건조한 상태의 유두 및 유방, 그리고 적절하게 작동하는 착유기이다. 착유기가 부적절하게 작동하거나 착유자에 의해 부적절하게 사용되는 경우 환경성 연쇄상구균에 의한 유방염의 발생을 증가시키는데 기여할 수 있지만, 이러한 문제를 해결한다고 해서 환경성 연쇄상구균에 의한 유방염 문제가 모든 우군에서 다 해결되지는 않을 것이다.



착유 전 침지는 비유기 중에 환경성 연쇄상구균에 의한 신감염 (new infection)을, 비록 모든 우군에서 그런건 아니지만, 어떤 우군에서는 50%까지 감소시킨다고 보고되었다. 착유 전 침지가 모든 우군에서 환경성 연쇄상구균에 의한 유방염을 통제하지는 못한다는 사실은 환경성 연쇄상구균의 역학이 복잡하다는 것을 반영한다고 볼 수 있다. 살균제를 이용한 착유 후 침지는 일반적으로 환경성 연쇄상구균으로 인한 유방염을 통제하는데 효과가 없는 것으로 간주된다. 그러나, 착유 후 침지를 한 소들은 착유 후 침지를 하지 않은 소에 비해 환경성 연쇄상구균의 감염율이 더 낮았으며, 이 외에도 살균제 침지가 어느 정도는 유두 피부의 오염을 감소시킬 수 있음을 나타내는 보고들이 있다.

2. 젖소의 감염에 대한 저항성

환경성 연쇄상구균에 의한 신감염 위험은 유두끝 노출을 증가시키는 요인들 이외에도 비유단계, 분만횟수, 영양 및 면역성에 의해 영향을 받는다. 환경성 연쇄상구균에 의한 유선감염의 통제에 있어 건유기의 중요성은 아무리 강조해도 지나치지 않을 것이다. 완전한 건유기 치료를 실시하고 있는 폐쇄식 우사의 우군에서는 건유기 중의 유선내 신감염률이 비유기 중의 비율에 비해 5.5배나 더 높은 것으로 보고된 바 있다. 이러한 신감염률이 건유기 내내 지속되는 것은 아니지만 건유 후 2주 및 분만 전 2주 동안에 증가된다. 건유기 치료는 건유 초기에 환경성 연쇄상구균으로 인한 유선 내 신감염률을 감소시킨다. 건유 후에 신감염률이 높아지는 이유는 착유를 통한 분출(세척)작용의 결여, 실험실적으로 연쇄상구균의 성장을 증강시키는 것으로 보이는 유선 분비물의 변화, 또는 유두관에 케라틴 마개의 결핍 등과 관련이 있을 것이다. 분만 2주 전에 감염에 대한 감수성이 증가하는 것은 유선에 우유가 축적되어 있는데도 착유를 하지 않으며 유두관에 케라틴 마개의 결핍, 그리고 분만전후기에 나타나는 면역저하상태 등으로 인한 것일 수 있다.

전통적인 건유기 치료는 분만 전 감염률에 아무런 영향을 주지 않으며 분만 전 유두침지는 거의 가치가 없다고 보고되었다. 환경성 연쇄상구균은 분만기에 있는 초산우에 빈번한 유방염을 일으키는 세균이며, 초산우는 일반적으로 건유기에 젖소가 감염되는 것과 같이 분만기에 감염된다. 비유기 중에 유선내 신감염률이 지속되지는 않지만 비유초기에 가장 높고 비유기가 진행됨에 따라 감소된다. 환경성 연쇄상구균에 의한 유선내 신감염률은 비유 첫번째 달에 나머지 비유기간보다 더 높다고 보고된 바 있다. 분만횟수도 환경성 연쇄상구균에 의한 유선감염의 위험요인이 될 수 있다. 한 보고에 의하면 분만횟수가 증가됨에 따라 유선감염률은 증가했지만 비유기간 중의 환경성 연쇄상 구균에

의한 임상형 유방염의 비율은 2번째나 3번째 비유하는 소에 비해 처음으로 비유하는 소에서 증가되었다. 비유말기 중의 유선감염률은 초산우나 두번째 비유하는 소에서보다 나이가 더 많은 소에서 더 높았다. 임상형 유방염 감염률은 4번 이상 비유한 젖소에서 가장 높게 나타났다.

젖소의 유방염에서 그리 중요하지 않은 (minor) 원인체로 알려져 있는 *Corynebacterium bovis* 이나 CNS에 유선이 감염되면 그 이후에 황색포도상구균이나 무유연쇄상구균과 같은 보다 중요한 (major) 원인체에 감염이 덜 된다는 보고들이 있다.

그러나 *C. bovis*에 감염된 분방의 유두를 황색포도상구균이나 무유연쇄상구균 같은 주요 병원체를 배양한 액체배지에 담갔을 때 무유연쇄상구균에는 8.5배 더 높은 감수성을 보였고 황색포도상구균에 대해서는 저항성이 50% 더 높아졌다는 보고가 있다.

또 다른 연구에 의하면, *C. bovis*에 감염된 분방은 *C. bovis*에 감염되지 않은 분방에 비해 환경성 연쇄상구균에 의한 유선감염률이 3.9배 더 높게 나타났다. 이러한 연구들은 *C. bovis* 같은 minor한 세균에 감염된 분방이 환경성 연쇄상구균 감염에 대한 중요한 위험요인임을 강력하게 시사하는 것으로 볼 수 있다.

젖소의 사료도 유선감염에 대한 젖소의 저항성에 영향을 미칠 수 있다는 사실이 많은 연구들에 의하여 입증되었다. 특히 중요한 성분이라고 알려져 있는 것은 비타민 E, A, β -carotene 및 미량원소인 셀레늄, 구리, 아연 등이다. 비타민 E와 셀레늄이 식세포 기능에 영향을 미치고 이러한 성분이 결핍된 사료를 급여한 젖소들은 환경성 연쇄상구균에 의한 유방염에 걸릴 위험이 더 높다는 것을 명백히 보여주는 증거들이 제시된 바 있다. 혈액이나 조직에 비타민 E와 셀레늄의 농도가 낮은 경우 환경성 연쇄상구균에 대한 감수성이 높아진다고 알려진 분만전후기에 감염 위험이 가장 높아진다.

환경성 연쇄상구균/장구균성 유방염 문제를 경험한 우군에 대한 체크리스트

1. 환경

A. 우사

- i) 그늘아래의 습한 구역을 피한다
 - (1) 매일 젖소의 털을 솔질해준다.
 - (2) 축사 내 깔짚 등 축축한 것은 제거하고 건조한 물질로 교체한다.



- ii) 그늘진 곳에 과도하게 밀집되어 있지 않도록 한다.
- iii) 비 온 뒤 물 웅덩이가 괴지 않도록 한다.
 - (1) 우사바닥을 적절한 기울기로 경사지게 만든다.
- iv) 수조 주변에 습한 진흙탕이 생기지 않도록 한다.
- v) 그늘진 곳에는 모랫바닥이 깔린 개방우사를 만드는 것이 좋다.

B. 분만사

- i) 깔짚이 잘 깔려있고 청결하며 건조한 우사가 좋다.
- ii) 분만구역과 환축이 머무는 축사를 분리할 것
- iii) 가능하면 유기물질로 된 깔짚은 피하고 청결한 모래로 된 깔짚을 사용할 것
- iv) 우사를 자주 청소해주고 습한 구역이 생기지 않도록 한다.

2. 착유시 위생

A. 착유장에 들어오기 전 우사에서 세척을 하는 경우

- i) 임상형 유방염 여부를 체크하기 위해 착유 전에 우유를 짜서 본다.
- ii) 청결하게 세척하고 건조시킨 유두와 유방에 착유기를 부착한다.

B. 착유장에 들어오기 전 우사에서 세척을 하지 않은 경우

- i) 임상형 유방염 여부를 체크하기 위해 착유 전에 우유를 짜서 본다.
- ii) 착유 전 침지/스프레이
 - (1) 효과적인 살균제를 사용한다.
 - (2) 침지액이나 스프레이가 머무를 수 있도록 최소한 20초 정도 시간을 둔다.
 - (3) 침지액이나 스프레이가 유두에 완전히 적셔졌는지 점검한다.
- iii) 개체 별로 각각의 종이타월 또는 형겔타월을 사용하여 유두 끝을 완전히 건조시킨다.
- iv) 세척하고 건조시킨 유두에 착유기를 부착한다.

3. 착유 후 유두침지/스프레이

A. 시험 결과 효과적이라고 알려져 있는 살균제를 사용한다.

B. 유두가 적절하게 침지액에 젖었는지 점검한다 (유두에 소독액을 스프레이하는 경우 유두 끝에 소독액이 충분히 적셔지지 않는 경우가 종종 있음).

4. 건유기 치료 프로그램

- A. 건유기에 있는 모든 젖소의 모든 분방의 유두를 건유시킨다.
- B. 건유기 젖소에 사용되도록 공인된 치료제를 라벨에 표시된 지시에 따라 사용한다.
- C. 무균적인 방법으로 관의 일부를 삽입하여 건유기 치료제를 주입한다.
- D. 효과적인 침지소독액에 유두를 침지한다.

5. 임상형 유방염 검출 및 치료

- A. 착유 전에 우유를 몇방울씩 짜 봄으로서 모든 젖소의 모든 분방을 점검한다.
 - i) 비유기에 있을 경우
 - ii) 최근에 분만한 암소나 처녀우
- B. 명백히 임상형 유방염에 감염된 분방을 치료한다.
 - i) 치료제로 공인된 것을 라벨에 표시된 지시에 따라 사용한다.
 - ii) 무균적인 방법으로 관의 일부를 삽입하여 치료제를 주입한다.

6. 비유기 젖소나 분만기에 있는 경산우 및 초산우의 비타민 E와 셀레늄 상태를 측정한다.

- A. 사료를 점검한다
 - i) 건유기 젖소에는 건유기 중에 1000 IU의 vitamin E를 보충해주어야 하고 비유기 중에는 400~600 IU의 비타민 E를 공급해주어야 한다.
 - ii) 전형적인 홀스타인 젖소는 하루에 6~7 mg의 셀레늄을 섭취해야 한다.
- B. 분만전후기에 혈 중 농도를 점검한다.
 - i) 비타민 E의 일종인 α -tocopherol 의 혈중농도가 최소한 3.5 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 이 되어야 한다.
 - ii) 셀레늄 농도는 혈청에서는 최소한 0.75 $\mu\text{g}/\text{ml}$, 전혈에서는 0.2 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 이 되어야 한다.

결론

환경성 연쇄상구균/장구균 유방염 감염위험은 이러한 병원체에 대한 유두끝 노출과 젖소의 감염에 대한 저항성에 달려있다. 갈수록 더 많은 우유를 생산하도록 젖소의 품종이 개량되어 감에 따라 젖소의 유선감염에 대한 감수성도 증가하고 있다. 젖소의 저항성은 환경성 연쇄상구균/장구균에 의한



유방염 통제에 중요하며, 따라서 건강한 유두와 적절하게 기능하는 면역시스템이 감염분방의 수를 낮게 유지하고 감염을 제거하는데 극히 중요하다. 단기적으로는 유두끝 노출을 감소시킴으로서 환경성 연쇄상구균/장구균의 효과적인 통제가 대부분 가능할 것으로 보인다.

축사 내에서 기르는 젖소는 그늘진 구역이 이러한 병원체에 노출되는 중요한 원천이 될 수 있으며, 이러한 노출이 환경성 연쇄상구균/장구균성 유방염에 대한 가장 중요한 위험요인이라고 알려져 있기 때문에 젖소를 청결하고 건조하고 시원하고 스트레스가 없는 환경에서 키울 수 있도록 노력해야 할 것이다. 📺📶📡

< 참고문헌 >

1. K. Larry Smith and J. S. Hogan, Environmental mastitis caused by species of streptococcus and enterococcus: Risk factors and control. Ohio Agricultural Research and Development Center.
2. Nam HM, Kim JM, Lim SK, Jang KC, Jung SC. Infectious aetiologies of mastitis on Korean dairy farms during 2008. Res Vet Sci. 2010, 88:372-374.
3. Nam HM, Lim SK, Kang HM, Kim JM, Moon JS, Jang KC, Joo YS, Kang MI, Jung SC. Antimicrobial resistance of streptococci isolated from mastitic bovine milk samples in Korea. JVetDiagnInvest.2009,21:698-701.
4. Nam HM, Lim SK, Moon JS, Kang HM, Kim JM, Jang KC, Kim JM, Kang MI, Joo YS, Jung SC. Antimicrobial Resistance of Enterococci Isolated from Mastitic Bovine Milk Samples in Korea. Zoonoses Public Health, 2009, Dec 23. [Epub ahead of print]