가축용 항생물질과 관련된 정확한 정보의 제공은 필수적이다

이 인 호 대표
정우성형

우리나라는 선진 축산국가에 비해서 가축용 항생물질의 사용량이 과다하게 많다는 지적을 시민단체와 KBS 등 공영방송을 비롯한 언론매체를 통해 받은 바 있지만, 2007년까지는 항생물질 사용량이 이전에 비해 감소되는 효과를 보이지 못하는 것으로 확인되고 있다(식품의약품안전청 용역연구개발 사업 연구결과 보고서, 2007; 동물약품협회, 2007).

이에 따라 농림부에서는 이미 항생물질 사용량을 획기적으로 줄여서 내성발현율을 감소시켜 4천만 국민들의 안전성을 확보한다는 대 전제하에 7종의 인수공용 항생물질을 2009년 1월 1일부터 배합사료에서 완전 사용금지 시키기로 결정한 바 있고, 이어서 2012년 이전까지 항콕시듐제와 구충제를 제외한 나머지 티아물린을 비롯한 8종의 동물전용의 항생물질도 감축을 하겠다고 이미 예고 공표를 한 바 있다.

배합사료첨가용 항생물질이지만 동물전용인 제품을 판매하고 있는 관련 동물약품업체들은 2008년 말까지 감축논의에 대한 타당성에 반론을 제기할 수 있는 과학적인 논리와 결정적인 증거자료를 농림수산식품부에 제시해서 채택되지 못하면 7종의 인수공용 항생물질과 마찬가지로 사용금지를 당할지도 모르는 운명이 코앞에 닥치고 있다고 해도 과언이 아니다.

또한 소비자단체들에게 과학적인 정보를 제공하고 논리적이고 적극적인 설득으로 이해를 구하지 못하면 차후의 감축과정에서 더 불리한 입장에 놓일 수도 있음은 자명한 사실이다.

따라서 본고에서는 무항생제 사육에 대한 사회적 관심이 날로 높아지고 있고, EU의 영향을 받아 가축 복지에 대한 재조명이 국

내에서도 시작되고 있는 시점에서 가축용 항생물질과 관련해서 정확하게 균형을 이룬 정보의 제공이 얼마나 필수적인가를 기술하고자 한다.

1. 항생물질의 사람과 가축의 소비량

1995년에 캐나다의학회보에 발표된 조사에 의하면, 세계 각국의 축산현장에서 사용되는 항생물질의 약 90%는 가축의 감염치료보다도 오히려 가축의 성장촉진용으로서 소비되고 있는 것으로 나타나고 있다. 또한 그 소비량을 가축의 생체 kg당으로 환산하면, 가축의 항생물질 소비량은 인간의 소비량의 1/3에 지나지 않고 있다(Khachatourins, 1998).

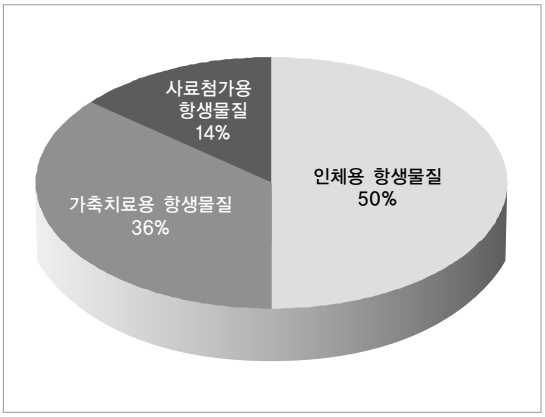
한편 네덜란드의 과학정보출판사의 발표(Feed Mix특별호, 2000)에 의하면, 1998년의 EU가맹국에 있어서 항생물질의 사람과 가축의 소비 비율은 가축의 사료첨가용이 14%, 가축의 임상치료용이 36%, 인체의 일반 의료용이 50%를 차지하는 것으로 나타나고 있다(그림 1).

1997년에 EU에서 5,400톤의 항생물질이 사람의료에 사용된 반면에 가축진료용과 성장촉진용으로는 3,494톤과 1,599톤이 사용된 것으로 보고(Ungemach, 1999)되고 있다. EU에서는 사람이 가축 못지않게 항생물질의 최대 소비자가 되고 있다.

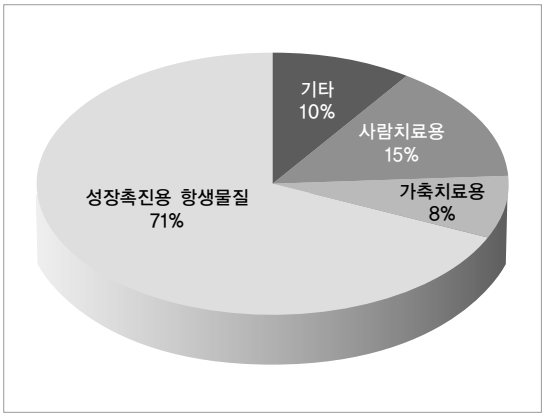
반면, 미국에서 항생물질의 농업사용의 규모는 인체용에 비해서 약 100내지 1,000배 큰 것으로 보고(Feinman, 1998 ; Khachatourins, 1998, Levy, 1998 ; White, 1998)되고 있어 EU의 항생물질 소비량 추세와는 대조를 보이고 있다(그림 2).

따라서 우리나라에서 가축용 항생물질 감소를 위한 실례로서 미국의 사용량 비율이 아닌 EU의 사용량 비율을 예로서 제시하는 것은 의도적으로 일반 국민들의 판단을 흐리게 하는 비과학적인 행위라고 할 수 있다.

〈그림 1〉 EU의 항생물질 소비량



〈그림 2〉 미국의 항생물질 소비량



2. 항생물질 내성균이 발생되는 이유

항생물질의 사료첨가가 위험시되는 최대의 이유는 항생물질 내성균의 발생을 조장(助長)하기 때문이다. 가축의 소화기관, 특히 장관 내에는 천문학적 숫자의 세균미생물이 생식하고 있지만, 어느 종류의 세균집단(Group)에서도 그 일부의 세균은 선천적(유전적)으로 항생물질의 항균작용에 대해서 비감수성(저항성)을 지니고 있다.

또한 어느 종류의 항생물질에서도 세균의 세포대사인 특정의 작용기전(Mechanisms)의 상태에 대해서 항균력이 유효하게 작용한다. 그 작용기전은 세균의 DNA수준에서 제어(制御)되고 있지만, 세균의 DNA에 돌연변이가 일어나면 그 세균에 항생물질에 대한 저항성(내성)이 형성되게 된다.

이 돌연변이의 발생빈도는 10억개의 세균 중에 100만개의 비율로 일어나고 있다. 또한 그 세균에 형성된 내성은 모든 종류의 항생물질에 대해서가 아니라, 어떤 특정 집단의 항생물질에 대해서 내성(면역)을 형성하게 된다. 이와 같은 약제내성을 형성하는 내성균은 가축의 장관 내에서 대세(大勢)의 비내성균군으로부터 경합적인 저해를 받지 않고 증식하는 숙명을 지니게 된다.

흔히 이 항생물질 내성균은 세균의 염색체외의 DNA단편을 통해서 동 종류의 다른 세균에 약제내성의 형질을 전이하고, 또한 이종류(異種類)의 세균 간에도 교차내성(Cross resistance)을 형성하기도 한다.

이와 같이 세균간의 세포유전물질이 다양한 작용기전에 의해서 교환되기도 하고, 전이(轉移)되기도 해서 그 결과, 세균에 항생물질 내성이 형성되고 그 반복에 의해서 내성균의 수가 확대되게 된다.

이와 같은 약제내성균의 발생 작용기전은 항생물질이 존재하지 않는 세균의 생식(生息)환경 내에서도 돌연변이로서 자연적으로 발생하게 된다.

이에 따라 선진 축산국가를 중심으로 항생물질이 생태계에 미치는 영향에 대해서 많은 연구결과가 발표되고 있으며, 우리나라에서도 소비자원에서 식품의약품안전청의 용역연구개발사업의 일환으로 환경 분야에 대한 연구결과 보고서가 매년 식품의약품안전청에 제출되고 있다.

3. 항생물질 내성균의 방어 기작

항생물질은 병원미생물의 특정부위(항생물질의 목표물)에 결합하여 미생물의 생존능력을 마비시킴으로써 미생물을 사멸시킨다.

다시 말해 페니실린, 세팔로스포린과 같은 베타 락탐 항생물질들은 미생물 세포벽의 합성을 저해하며, 스트렙토마이신을 포함한 아미노글리코사이드계 항생물질, 마크로라이드계 항생물질, 그리고 플로르페니콜, 테트라사이클린은 라이보좀과 결합하여 단백질 합성을 저해하며, 리팜피신은 DNA 전사효소와 결합하여 유전정보의 발현을 억제하고, 엔로플록사신(Enrofloxacin) 등 퀴놀론계 항생물질들은 DNA의 복제를 방해한다.

그리고 콜리스틴 등 펩타이드계 항생물질과

〈표 1〉 병원미생물들의 항생물질 저항성 기작

항생물질 저항성	기작	항생물질
화학적 불활성화	가수분해	베타 락탐계(페니실린, 세팔로스포린)
	화학적 수식	아미노글리코사이드계(스트렙토마이신, 가나마이신, 겐타마이신), 플로르페니콜
세포막 수송계의 변화	항생물질 수송 감소	페니실린, 틸미코신, 리팜피신, 스트렙토마이신, 설폰아마이드, 트리메토프림, 엔로플록사신
	항생물질 배출 증가	테트라사이클린
목표물 변형	세포벽합성효소 변화	베타 락탐계(페니시린, 세팔로스포린), 반코마이신
	라이보좀 변화	아미노글리코사이드계(스트렙토마이신, 가나마이신, 겐타마이신), 플로르페니콜, 테트라사이클린
	라이보좀 수식	마크로라이드계(에리쓰로마이신), 린코마이신
	DNA gyrase 변화	퀴놀론계(엔로플록사신)
	DNA 전사효소 변화	리팜피신
대사 능력 향진		설폰아마이드

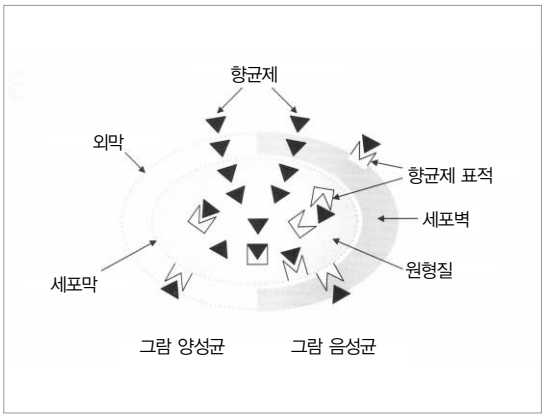
암포테리신 등 폴리엔계 항생물질들은 미생물의 세포막과 결합하여 세포막 수송계를 파괴하게 된다(〈표 1〉, 〈그림 3〉 참조).

그러나 항생물질이 병원미생물 내의 목표물에 도달하여 항균효과를 나타내는 과정에 이상이 생겨 미생물이 사멸되지 않는다면, 병원미생물은 내성을 얻게 된 것이다.

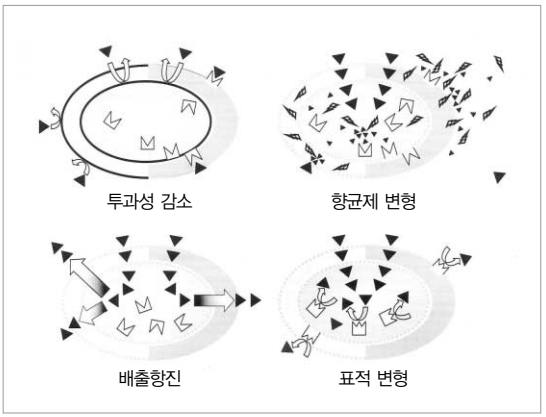
여기에는 항생물질의 가수분해, 항생물질의 화학적 변형을 통해 항생물질 자체를 불활성화시키는 경우도 있고, 세포막 수송계의 변화로 인해 항생물질이 세포 내로 들어오지 못하게 하는 경우도 있다.

뿐만 아니라 항생물질과 결합하는 목표물을 변형하여 항생물질의 영향을 받지 않게 되거나, 결합 목표물의 양을 증가시켜 항균효과를 극복하는 경우도 있다(그림 4).

〈그림 3〉 항생물질 내성의 4가지 주요 작용기전



〈그림 4〉 항생물질 내성균의 4가지 주요 방어기전



4. 항생물질 내성 전파 방식

시간이 흐름에 따라 항생물질 내성 병원미생물의 수가 증가할 뿐만 아니라 저항하는 형태도 다제 약물 저항성으로 바뀐다. 이는 내성을 획득한 미생물로부터 다른 미생물로 내성이 전파되어지고, 나아가 기존의 항생물질 내성에 새로이 얻은 내성을 보태어 다제 약물 내성(Multi-drug resistance, MDR)으로 바뀌게 되기 때문이다.

항생물질 내성을 병원미생물들이 항생물질에 대해 적응함으로써 생긴다. 이는 병원미생물 내에 항생물질에 대처할 수 있는 유전적 변화가 일어났음을 의미한다.

이렇게 새로이 획득한 항생물질 내성 유전자는 여러 가지 유전자 재조합 방법에 의해 다른 미생물에 전파되어지게 된다. 여기에는 미생물간에 선모를 통한 접합으로 내성 유전자를 직접 전달하는 방법, 플라스미드(Plasmids)라는 운반체를 통해 형질전환되는 방법, 그리고 박테리오파지를 통해 형질도입되는 방법이 있고, 떠돌이 유전자 조각인 트란스포존(Transposons)에 포함되어 여러 유전자 사이를 옮겨 다니는 경우도 있다.

이러한 항생물질 내성은 병원미생물간 뿐만 아니라 자연생태계의 여러 비병원성 미생물로도 퍼져 나간다. 마찬가지로 자연생태계에 존재하는 항생물질 내성 유전자는 사람의 병원미생물로 전파되어져 온다.

이러한 과정을 거치면서 항생물질 내성은 증폭되어지고 있으며, 나아가 항생물질 내성 유전자들이 합쳐져 다제 약물 내성으로 변화되어지고 있다. 따라서 병원미생물에서만의 항생물질 내성을 따로 생각하여 대처한다고 해서 항생물질 내성 문제를 해결할 수는 없다.

5. 약제내성균의 인체 유해성

영국의 미생물학적 식품안전성에 관한 자문위원회가 1999년에 「식품안전성의 입장에서 본 미생물의 항생물질내성」이라는 제목의 보고서를 발표했다. 그 요약이 영국의 축산 저널에 발표된 바 있다.

이 저널(Journals)에 의하면 이 보고서는 「인간에 있어서 항생물질 내성균의 발생은 그 가장 큰 원인이 인체의료에 있어서 항생물질의 사용에 의한 가능성이 극히 높다」라고 단언(斷言)하고 있다. 이것은 전술한 바와 같이, 인체의료에 있어서 항생물질의 소비량이 전체의 50%로 가장 많은 사실과 공통되고 있다.

또한 이 보고서는 「식용가축에 항생물질을 투여하면, 그 결과로서 인체에 감염력을 갖는 수종의 내성균이 산생되는 것이 과학적으로 증명되고 있다」고 결론내리고 있고, 게다가 가축유래의 이 내성균은 「임상 상 인체의 병태(病態)에 악영향을 미칠 뿐 아니라, 인체의 다른 세균에도 약제내성의 유전자를 전이시킬 가능성이 높다」고 기술하고 있다. 즉, 가축유래 또는 인간유래의 항생물질 내성균은 인체에 유해(有害)하고, 게다가 감염되기 쉬운 것이다.

이러한 항생물질 내성균의 존재는 지역적으로 한정되고 있지 않은 것이 학술적으로 증명되고 있기 때문에 EU가맹국 중에서 영국만이

아직도 항생물질 내성증가율에 대해 의료계의 책임이 매우 중함은 무시된 채, 축산업계의 책임으로 돌리려는 논리는 비과학적으로서 반드시 시정되어 소비자들에게 올바르고, 정확한 정보가 전달되어 오해를 불식시켜야 한다.

일방적으로 항생물질 내성균을 극력 배제(排除)해도 그것만으로는 내성균의 국제적인 예방에는 그다지 효과가 없다는 것을 이 보고서는 기술하고 있고, 내성균의 지역이동을 점검하기 위해 약 20항목을 구체적으로 제안하고 있다.

이 제안 중에서 주목해야 할 항목은 항생물질 첨가사료를 일상적으로 급여하고 있는 농장의 종업원 및 농장의 야외동물 외에 항생물질내성균이 어떻게 부착 또는 감염되고 있는지를 조사할 필요성을 제안하고 있다.

현재 동물전용으로 사용이 승인되고 있는 티아물린, 엔라마이신 등을 비롯한 배합사료용 항생물질은 지금까지 인체에 미치는 악영향은 알려져 있지 않고, CODEX에서도 잔류물질 검사항목에도 포함시키고 있지 않기 때문에 국제적 수준의 위험평가 없이 일방적으로 7종의 인수공용 항생물질과 같이 감축한다면 국가 간 통상마찰의 빌미를 제공할 수도 있다는 사실을 깊이 명심해야 한다.

6. 결론

1) 항생물질 사용량과 내성률은 정비례하는 것이 과학적으로 증명되고 있어 가축에서의 사용량이 적은 EU의 사례를 들어 우리나라에 적용하려는 것은 비과학적인 발상이라는 것이 널리 홍보되어야 한다.

2) EU국가는 2006년 1월 1일부터 성장촉진용 항생물질(AGPs)의 전면 사용금지 후 사람에서의 사용량과 가축에서의 사용량의 비율은 그 격차가 더욱 벌어져 사람에서의 항생물질 내성은 사람에서의 항생물질의 사용으로 인한 책임이 크고, 가축의 기여는 매우 낮다는 것이 과학적으로 증명되고 있다.

따라서 아직도 항생물질 내성증가율에 대해 의료계의 책임이 매우 중함은 무시된 채, 축산업계의 책임으로 돌리려는 논리는 비과학적으로서 반드시 시정되어 소비자들에게 올바르고, 정확한 정보가 전달되어 오해를 불식시켜야 한다.

3) 생산농가들은 항생물질의 신중사용(Prudent Uses)의 원칙을 철저히 준수해서(〈표 2〉 참조) 항생물질 총 사용량의 대폭 감소에 기여할 수 있도록 사고방식의 전환이 되도록 해야 한다.

무 항생제 사육을 통한 유기육계(Organic broilers)의 생산이 성공적으로 진행돼 내성률의 감소가 확인되는 것은 바람직하지만, 유기양계에도 재래식 양계에 비해서 장 · 단점이 엄연히 존재함으로써 과대 홍보로 인한 생산성 및 경제성의 손실이 발생되지 않도록 문제점을 사전에 철저히 분석해야 한다.

〈표 2〉 항생물질 신중사용과 관련된 유용한 인터넷 정보주소록

Source	Website or reference
Alliance for the Prudent Use of Antibiotics	http://www.tufts.edu/med/apua/
American Association of Avian Pathologists Guidelines to Judicious Therapeutic Use of Antimicrobials in Poultry	http://www.avma.org/scienact/jtua/poultry/poultry00.asp
American Association of Bovine Practitioners Prudent Drug Usage Guidelines	http://www.avma.org/scienact/jtua/cattle/cattle00.asp
American Association of Swine Veterinarians Basic Guidelines of Judicious Therapeutic Use of Antimicrobials in Pork Production	http://www.avma.org/scienact/jtua/swine/swine99.asp
American Verterinary Medical Association Position Statement and Principles for Judicious Therapeutic Antimicobial Use by Veterinarians	http://www.avma.org/scienact/jtua/jtua98.asp
British Veterinary Poultry Association Antimicrobials Guidelines	http://www.bvpa.org.uk/medicine/amicguid.htm
Canadian Veterinary Medical Association Guidelines for th Prudent Use of Antimicrobial Drugs in Swine	http://www.cvma-acmv.org/journals2.asp?sub=8
Federation of Veterinarians of Europe Antibiotic Resistance & Prudent Use of Antimicrobials in Veterinary Medicine	http://www.fve.org/papers/pdf/vetmed/antbioen.pdf
National Cattlemen's Beef Association Producers Guide for Judicious Use of Antimicrobials in Cattle, National Cattlemen's Beef Association Beef Quality Assurance National Guidelines	http://www.bqa.org
National Pork Board Basic Guidelines of Judicious Therapeutic Use of Antimicobials in Pork Production for Pork Produsers	http://porkscience.org/documents/Other/psantibicprod.pdf
OIE Terrestrial Animal Health Code. Antimicrobial Resistance Guidelines for the Responsible and Proudent Use of Antimicrobial Agents in Veterinary Medicine	http://www.oie.int/eng/normes/mcode/en_titre 3.9.htm
RUMA Alliance Guidelines-Responsible Use of Antimicrobials in Poultry Production	http://www.ruma.org.uk
RUMA Alliance Guidelines-Responsible Use of Antimicrobials in Pig Production	http://www.ruma.org.uk
World Verterinary Association/International Federation of Animal Producers/World	http://www.worldvet.org/manuals/t-3-2.pru.doc