

특집 / 구제역 III - 호주의 구제역 관리 전략

호주의 구제역 관리 전략

I. 구제역의 특성

김옥경* · 조남인** · 강두황*** · 이상진*** · 조현호***

호주는 오래전부터 쇠고기를 비롯한 다양한 축산물과 시슴, 산양 등의 동물을 우리나라에 수출하면서 국제무역거래상 밀접한 관계에 있다.

호주의 수출입 동물, 축산물에 대한 철저하고 강력한 검역정책은 많은 국가들의 표본이 되고 있다. 호주에서는 지금까지 1801년, 1804년, 1871년 및 1872년 등 총4건의 구제역이 발생한 적이 있으나, 그 후 현재까지 약 125년간 구제역 비발생상태를 유지해오고 있다.

그러나 호주에서는 구제역의 영구적인 유입차단과 구제역의 발생시에 과학적, 적극적, 능동적, 합리적으로 대처하기 위한 "구제역 관리 전략"을 구축하여 만약의 사태에 대비하고 있다.

이에 필자들은 호주의 Australian Veterinary Emergency Plan(Ausvetplan, 1996) 중에서 구제역을 소개함으로써 구제역의 국내유입 차단을 위한 검역 및 방역대책에 조금이나마 도움이 되고자 한다.

질병의 특징

구제역은 우제류 동물의 급성, 전염성이 아주 높은 바이러스성 질병으로서 발굽부위, 발굽사이의 피부, 유두, 콧구멍, 구강 등의 부위에 난반 및 수포형성을 특징으로 하는 가축에 막대한 생산성 감소, 가축 및 그 생산물의 이동통제에 대한 국제적인 주요 규제대상 질병이다.

구제역의 원인체는 picornaviridae Aphthovirus에 속하는 Foot and Mouth Disease(FMD) virus이며, O, A, C, STA 1, SAT 2, SAT 3, Asia 1 등의 7개 혈청형과 약 80개 정도의 혈청아형이 알려져 있으며, 혈청형간에는 항원성이 서로 다르다.

2. 감수성 축종

○우제류 동물 : 소, 돼지, 면양, 산양, 물소, 낙타, 들소, 아프리카물소, 시슴, 영양, 순록, 라마, moose, 알파카, Chamois, Vicuna, Impala, 기린, Gazelle, Wildebeest(암소 비슷한 일종의 남아프리카산 영양), E-land(남아프리카산의 큰 영양), 야생돼지, 흑멧돼지, 코끼리 등의 우제류 동물은 구제역 바이러스의 자

1. 병인체

* 국립동물검역소장
** 국립동물검역소장 전염병검사과장
*** 국립동물검역소장 전염병검사과

연적인 숙주동물.

○호주의 원산동물 : red kangaroo, grey kangaroo, tree kangaroo, brushtail possum, long-nosed bandicoot, potoroo, water rat, echidna, brown marsupial mice, Bennett's wallabies, 야생유럽토끼 등의 동물도 감수성이 있고, 바이러스를 전파하는 것으로 알려져 있다.

○기타동물

-생쥐, 쥐, 기니피그, 토끼, 햄스터, 계태아(embryonating chicken eggs), 닭을 비롯한 여러종류의 야생동물 등도 바이러스의 전염원으로 작용.

-포유생쥐 및 기니피그 동물은 백신효능 및 진단혈청의 생산을 위한 구제역 바이러스의 연구목적으로 사용됨.

-말 : 구제역바이러스의 감염에 저항하며 아직까지 발생보고 없음.

○사람

-피부창상, 실험실 근무자의 취급 부주의로 인한 바이러스의 직접접촉에 의하거나 또는 구제역바이러스에 감염된 우유의 섭취로 인하여 사람에게 감염되는 것으로 알려져 있다. 그러나 구제역바이러스에 감염된 고기의 섭취로 인하여는 사람에게 감염되지 않는 것으로 알려져 있다.

-사람에서의 구제역바이러스 감염시에는 일시적이고, 경미하며 간혹 발열, 입술, 발가락 사이, 손 부위 등에 수포형성을 보여주기도 한다. 그러나 사람은 구제역바이러스에 감염되는 경우는 아주 드물며 또한 공중보건위생상 문제가 되지 않는 것으로 알려져 있다.

-호주에서 사람에게 발생하는 입술, 발가락 사이, 손 부위 등에 형성되는 수포성 병변을 주로 Cocksackievirus type A16에 의한 것으로 알려져 있으며, 이것은 반드시 구제역바이러스의 감염과 구별되어야 한다.

3. 구제역 발생현황

일반적으로 구제역 발생은 주로 중동, 아프리카, 남미, 아시아, 유럽의 일부국가(이태리 등)에서 발생되며 호주와 인접한 인도네시아, 싱가포르, 일본, 파푸아 뉴기니아, 뉴질랜드 등은 현재 비발생국가이며, 호

주에서는 지금까지 1801년, 1804년, 1871년 및 1872년에 총4건의 구제역 발생이 있었으며, 1872년도에 발생한 원인은 영국에서 수입된 종모우에 의하여 빅토리아주에서 발생한 이후 아직까지 구제역 발생은 보고되지 않고 있다.

4. 진단기준

1. 임상증상 :

우제류 동물에서 수포성 병변이 관찰될시에는 아래의 항목을 조사하여 잠정적으로 구제역 발생을 예측할 수 있다.

○동물의 갑작스런 파행.

○연하(침 흘림).

○구강, 발굽사이, 유두(젖꼭지) 등의 부위에 수포액이 가득 찬 물집(수포성 병변) 형성.

○발열

○젖소에서의 갑작스런 유량 감소.

구제역바이러스 감염시의 전형적인 증상 및 병변은 다음과 같으며 임상증상의 범위는 불현성 감염에서부터 심한 임상증상을 보여주기도 한다.

가. 소

최초의 임상증상은 갑작둔화, 식욕저하, 40~41℃ 정도의 체온상승을 나타내고, 젖소에서는 급격한 유량감소, 연하(침 흘림), 파행 등을 나타내며, 감염된 동물은 움직이거나 서있기를 싫어한다.

수포성 병변은 구강내의 혀, 볼, 잇몸, 입술, 입천장 등의 부위에서 볼 수 있고, 최초의 수포성 병변은 액체를 가진 작은 흰색의 수포였다가 빠른 시간내에 직경 3cm 정도의 크기로 자란다.

수포는 2개 또는 그 이상의 수포가 연결되어 하나의 큰 수포를 형성하고 때로는 수포가 혀의 부위를 절반이상 차지할 때도 있으나 완전한 수포는 종종 볼 수 없다.

형성된 수포는 일반적으로 24시간 이내에 쉽게 파열된 다음, 껍질을 형성하며 병변부위는 수일이 지나면 치유된다.

수포는 발가락사이 및 coronary band를 따라서 형성되고, 상피세포에서 수포를 볼 수 있으며, 상피세포의 탈락이 없을 때에는 수포형성이 관찰되지 않을 수도

있다.

발 부위에 수포형성시에는 움직이거나 일어서기를 싫어하며, 발가락 사이의 수포형성시에는 **Coronary band**를 중심으로 하여 치유되기 시작한다.

감염후 2~6주부터 발 부위에서 치유됨으로서 발굽의 탈락현상(**slipped**)를 볼 수 있다.

수포병변은 유두(젖꼭지), 유방부위에도 나타나며, 이로 인하여 갑작스럽고 현저한 유량감소, 유방염, 유산도 일어난다.

성숙에 있어서의 폐사율은 무시해도 좋은 정도이지만 송아지에서는 이차감염, 영양부실로 인한 복합감염, 심근염으로 인하여 50%까지 폐사하는 경우도 있다.

그러나 소품종 중에서 **Bos indicus(Zebu)**에서의 임상증상은 아주 경미하거나 불현성 감염일 경우가 많다.

나. 돼지

발굽, 발뒷굽, 발톱의 주변부위에 형성된 수포로 인한 파행이 주증상이다.

발굽의 윗부분(**Coronary band**)에 있는 상피세포는 너털너털하거나 생살이 보이거나 창백해지는 것을 볼 수 있다.

다리를 절뚝거리며 크게 킁킁거리거나 비명소리를 낸다.

감염된 발부위는 발굽부위가 끼우는 고리통처럼 된 다음 쉽게 진피부터 탈락된다. 몇일후 육아조직이 재생되고 새로운 발굽이 자라나온다. 주둥이 부위에 수포가 형성되나 이것은 쉽게 파열된다.

유두(젖꼭지) 및 유선의 피부에도 수포성 병변을 볼 수 있으며, 폐사율은 성돈에서는 아주 낮고, 자돈에서는 높은 편이며, 임신한 돼지에서 유산되는 경우도 많이 있다.

다. 면양. 산양

일반적으로는 수포형성이 많지 않은 경미한 증상을 보여주지만, 심하게 감염된 동물은 파행을 보이거나, 발굽부위 및 발가락사이, 혀, 잇몸에 수포를 형성하고 구강(입) 주변부위에서 뚜렷하게 형성되지 않는다.

감염된 면양은 건강하게 보이지 않으며, 서있는 것을 싫어한다.

어린 새끼양에 있어서는 폐사율이 약간 높을 수도

있다.

라. 병변의 진행

소의 혀 및 돼지의 발부위에서 나타나는 전형적인 구제역 병변의 관찰은 그 병의 진행과정을 알아볼 수 있다.

○파열되지 않은 수포 : 감염된지 0~2일령 정도의 병변.

○가장자리에 남아있는 상피세포를 가진 파열된 수포 : 1~3일령.

○상피세포 또는 섬유소성 치유조직이 없이 파열된 수포 : 3~10일령.

○가장자리에 뚜렷한 섬유소성 조직을 가진 개방된 병변 : 7일이상

면양에 있어서의 병변진행은 너무나 일시적이어서 병변의 진행과정은 별 의미가 없다.

2. 병리부검소견

해부검사시에 위장관(특히 제1위)에서 병변을 발견할 수 있으며 간혹 회음부, 음부, 음낭부위에서도 병변을 볼 수 있다.

어린 반추동물에서는 회색, 백색, 노란색을 띠는 심근염병변(**tiger-heart**)을 보여줄 때도 있다.

3. 실험실 진단(검사)

구제역으로 의심되는 경우의 시료는 처음에는 호주 각주 정부의 동물진단연구소(**State of Territory diagnostic laboratory**)에 보내어짐, 확인이 필요하다고 인정되는 시료는 반드시 호주의 악성전염병 진단연구소인 호주 동물질병연구소(**Australian Animal Health Laboratory, AAHL, Geelong, Victoria**)로 보내어져서 확인을 받는다.

가. 검사재료 : 구제역의 신속한 진단 및 확진을 위하여는 다음과 같은 시료가 요구된다.

○바이러스 분리용 시료 : 수포액, 상피세포 또는 피부조직을 가진 수포성 병변, 인후두액, 전혈, 폐사된 동물에서 채취된 임파절, 갑상선, 부신, 신장, 비장, 심장 등의 조직 시료.

○혈청검사용 시료 : 신선한 혈청.

○조직병리검사용 시료(감별진단용) : 병변부위조직, 제 1위 조직.

나. 검사재료의 운송

방부처리되지 아니한 신선한 조직, 혈액 등의 시료는 냉장상태를 유지하여 동물질병연구소에서 인정해

준 수송용 용기에 담아서 연구소로 운송한다(만약, 시료운송이 48시간 이상 소요시에는 드라이아이스를 이용한 인장된 수송용기 사용).

또한 인후두액의 시료가 24시간 이내 진단연구소에 도착이 가능하지 않다면 이 시료는 반드시 냉동시키거나 또는 드라이아이스를 사용하여 운반하여야 한다.

다. 실험실 검사

구제역의 실험실 진단은 표 1에서와 같이 반드시 차폐시설을 갖춘 동물질병연구소(AAHL)에서만 현재 검사가 가능하다.

이와같은 검사는 수포액 또는 상피세포조직의 병변을 균질화시켜서 효소면역법과 같은 방법으로 검사하여 바이러스를 검출할 수 있다.

효소면역법은 3-4시간 이내에 구제역바이러스의 혈청형을 동정할 수 있으나, 이 검사에서 구제역바이러스가 미검출인 경우에도 음성으로 판정되지 않고, 최종적인 음성판정은 조직배양법을 이용한 바이러스의 분리에 의존되어져야 한다.

세포배양법을 이용한 바이러스의 분리는 적은 양의 바이러스가 감염된 시료에서 24-48시간 이내에 결과판정이 가능하지만, 세포계대배양 검사시에는 좀더 긴 시간이 요구한다.

검사재료에서의 바이러스 분리는 구제역바이러스의 독주(strain)감별에 중요한 자료가 된다.

구제역바이러스의 감염후 7-10일 정도의 동물혈청에서 구제역바이러스에 감염된 특이항체를 검출할 수 있다.

효소중합연쇄반응법(Polymerase Chain Reaction, PCR) 및 전자현미경 검사법으로도 진단이 가능하다. 현재 구제역 바이러스의 진단은 동물접종 및 생체시험(in vivo)을 통한 것보다는 표 1에서 언급된 방법을 사용하며 이와같은 방법들은 구제역바이러스의 진단에 좀더 효과적이기 때문이다.

4. 감별진단

아래에 열거된 비슷한 증상을 보여주는 질병과는 반드시 감별진단이 되어져야 한다.

가. 외래성 바이러스성 질병

- 돼지수포병 ○ 수포성 구내염 ○ 수포성 피진
- 우역 ○ 블루팅병 ○ 가성우역

나. 유행성 질병

- 점막병(Mucosal disease)
- 소 구진성 구내염(Bovine papular stomatitis)
- 소 궤양성 유방염(Bovine ulcerative mammalitis)
- 가성우두
- 소 악성카타르
- 전염성 비기관염/전염성 농포성 질염, 피부염
- 더마토펠로수스감염증(Dermatophilus infection)

다. 피부염.

- 화상 ○ 접촉성 피부염 ○ 광감작(Photosensitization)

라. 창상

마. 파행 : 제염염, 발굽농양, 부제병, 불량한 축사, 새로운 콘크리트바닥, 진흙.

표 1. 구제역바이러스의 진단법(호주 동물위생연구소, AAHL)

진단방법	검사시료	검출내용	검사소요시간
효소면역법(ELISA)	수포액 또는 상피세포조직	항원 및 혈청형 동정	3-4시간
전자현미경(EM)	각종 조직	바이러스	3-4시간
바이러스감염관련 항체검사(VIA antibody gel test)	혈청	모든 구제역바이러스의 항체	1-3일
Liquid phase ELISA	혈청	특이항체	1일
바이러스 분리 및 동정	각종 조직	바이러스	1-4일
구제역그룹 특이효소중합연쇄반응법(PCR)	각종 조직	바이러스 RNA	3일

5. 저항성 및 면역성

1. 선천적 및 수동면역 :

구제역 발생지역에서는 유럽형 품종(Bos taurus) 보다는 Zebu 품종(Bos indicus)이 가벼운 임상증상을 보여준다. 그러나 Zebu 품종은 지속적으로 바이러스를 보유하고 또한 바이러스를 전파시킨다. 어린 동물은 일반적으로 모체가행 항체에 의하여 방어되지 않을 경우에는 성숙한 동물보다 훨씬 감수성이 높다.

2. 능동적 면역 :

자연감염 및 예방주사에 의한 면역성은 주로 바이러스 독주에 영향을 받는다.

구제역바이러스의 혈청형간에는 여러가지 교차방어 능력을 가진다.

일반적으로 동물은 구제역바이러스의 여러가지 혈청형에 의하여 감염된다. 감염에서 회복된 소, 물소, 면양 등은 오랫동안 바이러스의 전파매개체로서 작용하지만 돼지의 경우는 다른 동물들과는 달리 구제역의 임상증상에서 회복된 경우에는 전파매개체(carrier) 동물로는 작용하지 않는다.

3. 예방접종:

불활화된 백신은 세계의 많은 나라에서 성공적으로 사용되고 있다. 그러나 불활화된 백신은 접종한 경우의 예방효과는 4~6개월에서 갑작스럽게 감소되기 때문에 사독백신은 일정한 간격으로 재접종 되어져야 한다.

비록 질병방어 효과를 위하여 백신을 접종하였을지라도 백신접종 받은 동물은 완전하게 예방이 되지 않고 또한 백신접종후 감염된 동물은 임상증상 없이 지속적으로 바이러스를 배출하는 것으로 알려져 있다.

6. 역학

구제역의 역학적인 중요한 요인은 다음과 같다.

○구제역은 전염성이 아주 높은 질병이며, 공기전파 및 감염, 오염된 동물, 그 동물의 생산물, 물체, 사람 등의 이동에 의한 바이러스의 전파.

○뚜렷한 임상증상을 나타내기전에 감염된 동물로부터 많은 양의 바이러스를 배출.

○돼지는 주로 구제역바이러스에 오염된 사료(음식물

쓰레기 등)의 섭취에 의하여 감염.

○구제역바이러스에 감염된 돼지는 중요한 증폭 및 전파동물로서 다른 동물(반추류)들보다 호흡기를 통하여 3,000배 이상의 많은 바이러스를 배출.

○소는 호흡기를 통한 비말감염이 주된 감염경로임.

○감염된 산양과 면양은 경미한 증상 및 불현성 감염을 보이기 때문에 이들이 질병의 전파와 지속에 중요한 역할을 하는 동물임.

○바람(공기)은 적절한 기후와 환경조건이 맞으면 상당한 거리까지 바이러스를 전파시킬 수 있음.

○구제역바이러스의 감염에서 회복된 소, 물소, 면양 등은 장기간 동안 바이러스의 전파역할을 하지만, 돼지는 구제역바이러스의 감염에서 회복된 경우에는 보독동물이 되지 않는다(소는 2년 이상, 면양은 9개월 정도 인후두 부위에 바이러스를 가지고 있음).

1. 잠복기

임상증상을 나타내는 동물과 같이 사육되고 있는 감수성 동물은 쉽게 감염이 이루어지고, 바이러스에 노출된 동물은 3~5일 이내에 임상증상을 나타낸다.

잠복기간은 구제역바이러스의 독주, 바이러스의 양, 감염경로에 의하여 영향을 받는다.

1967~1968년 영국에서 구제역의 폭발적인 발생시의 잠복기는 다음과 같다.

○소 : 최소 잠복기 3~5일.

○돼지 : 4~9일

잠복기는 개체에 따라 차이가 있으나, 최소 3일에서 최대 11일(7±4일) 정도로 알려져 있으며, 국제수역사무국에서 정하는 최대 잠복기간은 14일로 규정되어 있다.

2. 바이러스의 저항성

가. 일반적인 특징

구제역바이러스는 감염력을 지니면서 수주동안 자연환경에 생존하지만 토양, 거름, 건조된 동물의 분비물과 같은 유기물질의 존재 또는 원피(털), 가죽, 밀짚 같은 비활성물질에서 좀더 장시간 생존할 수 있다.

구제역바이러스의 일반적인 성상은 다음과 같다.

○구제역바이러스는 pH 7.4~7.6에서 가장 안정하고, 온도가 4℃ 이하인 경우는 pH 6.7~9.5에서도 생존이 가능하며, pH 5.0 미만 또는 pH 11.0 이상에서는 아주 빠르게 불활화 된다.

○온도가 낮아질수록 바이러스의 생존기간이 증가되며, 대부분의 구제역바이러스는 56℃ 30분에서 불활화되지만 온도와 pH에 따라서 약간의 변화가 있을 수 있다.

○태양열은 바이러스의 생존에 직접적인 효과를 주지 않으며, 공기중의 바이러스의 생존은 상대습도 60% 이상에서 가장 좋은 조건이며, 상대습도 60% 미만일 때 아주 빠르게 불활화 된다.

○바이러스의 생존기간

-물 : 50일.

-60% 이상의 상대습도 및 8~18℃의 목초지(방목장) : 74일.

-기후조건이나 저장상태에 따라서 토양, 건초, 밀짚, 옷감 : 26~200일.

-오염된 혈청, 혈액, 조직 등에 의하여 오염된 금속, 나무, 판지, 마분지 : 35일.

-지방을 가진 오염된 나무 ; 398일.

1924년 미국 캘리포니아 소재의 농장에서 바이러스가 345일 정도 생존한 기록이 있으며, 공기에 오염된 바이러스는 최소한 48시간동안 동물이 사육되는 방에서 존재할 수 있다.

구제역바이러스는 외피에 지질이 가지지 않는 크기 가 작으며, 대부분의 산성 소독제에 쉽게 파괴된다.

나. 생축(살아있는 동물)

구제역바이러스에 감염된 동물은 파열된 수포액, 타액, 우유, 정액, 분변, 오줌 및 호흡시 배출되는 공기 등에 의하여 바이러스를 배출한다.

소, 양은 임상증상을 나타내기 5일전, 돼지는 10일 전까지 많은 양의 바이러스를 호흡기를 통하여 배출한다.

이와같이 구제역바이러스에 감염된 동물이 임상증상을 나타내기 전에 유통 및 도축되기 위하여 이동하기 때문에 바이러스가 다른 지역으로 쉽고 빠르게 전파된다.

임상증상을 보여주는 동물은 많은 양의 바이러스를 배출하며, 체내에 항체가 형성시에는 바이러스의 배출이 급작스럽게 감소된다.

임상증상에서 회복된 소, 물소, 면양 등은 장기간 바이러스의 보독동물이 되며(돼지는 보독동물이 안됨), 소의 경우에는 인후두 부위에 2년 이상, 면양은

9개월까지 바이러스를 보유할 수 있다.

실험적으로 감염시킨 소의 유방에서도 바이러스의 지속이 보고된 바 있다.

바이러스 보독동물의 중요성은 많은 실험적인 증명을 실시하였음에도 불구하고 보독동물에서 감수성 동물로의 전파에 관하여서는 아직 완전하게 증명되지는 않았으나, SAT 2 혈청형 바이러스는 보균중인 아프리카 물소와 접촉하지 않은 소에로의 전파가 보고되었다.

야생동물에 대한 감염이 결과는 명확하지 않지만 아프리카 물소는 동시에 2~3개 혈청형에 감염이 되며, 이 바이러스는 5년 이상 물소에서 발견되었다.

바이러스의 지속은 축종의 품종, 사육규모, 분포, 이동형태, 번식시기, 감수성 동물의 신규입식 등에 영향을 받는다.

구제역바이러스에 감염된 다음 예방접종이 실시된 소의 경우에는 임상증상은 보여주지 않지만 지속적으로 장기간동안 바이러스를 배출한다.

짐바브웨에서 구제역 발생시 예방접종을 실시하였던 소에서 2~3년동안 바이러스가 분리된 경우도 있다.

○정액 : 구제역바이러스는 소 정액에서 감염 및 오염 시 -50℃에 최소한 320일간 생존.

○조직삼출액, 혈액 : 조직삼출액, 혈액 속에 있는 바이러스는 아래와 같은 기간동안 감염력을 가지고 생존.

-양털(wool) : 2주

-소의 털(cow hair) : 4주

-boot leather : 11주

-rubber boots : 13주

-건초 : 15주

-밀기울, 왕겨 : 20주

다. 동물유래 생산물 및 부산물

고기(육류)

구제역바이러스는 도축된 동물에서 pH의 저하로 인하여 지육내의 고기에서는 3일 이내에 불활화되지만 고기(근육)의 pH가 6.2 이하로 떨어지지 않을 때에는 더 장기간 생존할 수 있으며, 냉장 또는 냉동된 임파결, 골수, 내장, 남아있는 혈액덩어리 등에서는 수개월동안 생존이 가능하다.

De-boning(발골), 임파절 제거 등의 방법이 구제역 바이러스를 불활화시키기 위한 지육가공의 전략으로 수년간 사용되어지고 있다. 구제역바이러스는 염장, 염적처리된 가공육류에서 장기간 생존하며, 소시지에서 56일간, fat 햄에서 183일, 베이컨에서 190일까지, 실험적으로 면양에 감염시킨 다음, 그 면양의 내장을 케이싱시킨 것을 4℃ 보관시 14일까지 생존가능하였다.

유제품

구제역바이러스는 냉동같은 낮은 온도에서는 생존기간이 길어지며, 우유 및 유제품에서의 생존기간은 다음과 같다.

- 우유, 버터 : 냉장조건에 보관시 14~45일
- 건조된 탈지우유(dried skim milk) : 2년
- 우유의 저온살균 조건인 61~65℃ 30분 또는 72~73.5℃ 15초의 조건도 우유중에 있는 바이러스를 완전히 사멸시키지 못한다.
- 구제역바이러스에 감염된 저온살균된 우유를 사용하여 만든 건조 카제인(dried casein)은 25℃에서 42일간 감염성이 있으나 카제인 제조과정에서 나오는 유장(whey)은 감염력이 없다.
- 우유에 바이러스를 인공접종시킨 후의 생존기간은 낮은 pH에서는 빠르게 불활화되며 4℃ pH 5.5에서는 30분 이내, 72℃ pH 6.7에서는 17초, 72℃ pH 7.6에서는 55초 이내에 구제역바이러스는 불활화된다.

면양모, 원피

유기물질과 접촉(분변), 온도, 상대습도, 보관시의 태양열의 조건에 따라서 바이러스의 생존기간이 달라진다.

자연적으로 감염된 면양의 wool에서도 분리되었고, 구제역바이러스를 greasy wool에 실험적으로 오염시켰을 때 14일까지 생존가능하였으나 greasy wool의 보관상태에 따라서 생존기간이 달라진다.

- 4℃에서 7주
- 18℃에서 2주
- 37℃에서 2일

Green salted 원피를 15℃에서 저장시에 90일, 4℃에서는 352일간, 염소 유효농도 500ppm에서 20시간 침지시킨 다음, 15℃에서 저장시 4주간, 20℃ 상대습도 40% 상태에서 건조된 원피는 42일간, 염장처리에서

70일, 20℃에 건조시킨 원피에서도 21일까지 바이러스가 생존하였다.

동물의 분비물

구제역바이러스는 건조된 거름에서 14일, 젖은 거름 8일, 30cm 높이의 거름더미 6일 이하, 12~22℃의 액체거름에서 34~42일, 축사를 세척한 물의 온도가 17~21℃에서 21일간 생존하며, 정상적인 오줌의 pH에서는 구제역바이러스가 불활화된다.

3. 전염경로

구제역은 전염성이 가장 강한 동물질병중의 하나이다. 동물은 구제역바이러스의 흡입, 섭취와 번식을 통하여 감염된다. 동물에서 구제역의 중요한 감염경로는 직접접촉과 공기호흡(비말감염)을 통하여 이루어진다.

살아있는 동물(생축)

사료나 음수를 공급하는 장소(축사), 가축수용 및 방목장, 착유장과 같이 동물들이 밀접한 곳에서 대부분 쉽게 전염된다. 지역사이에 있어서 감염의 전파요인은 감염된 동물의 이동 및 동물의 생산물 혹은 감염된 기구, 장비, 사람 등에 의해 주로 이루어진다. 호주에서 동물의 이동 양식은 구제역의 확산에 중요한 요인이다.

인공번식

구제역바이러스에 감염된 정액에 의하여 구제역바이러스의 전파가 실험적으로 증명되었다. 구제역바이러스는 임상증상을 발현하기 4일전부터 임상증상 발현후 적어도 37일까지 소의 정액에서 발견되었다. 바이러스는 바이러스혈증 후에 정액내로 들어가거나 귀두 주위에 병변을 일으킨다. 그러나 국제 수정란 이식 협회(IETS)의 규약에 따르면 투명대가 완전하고 적당하게 세척되고, 사람이나 장비가 오염되지 않았을 경우 수정란 이식에 의한 방법으로는 소, 돼지, 면양, 산양 등에서는 수정란을 통하여는 구제역바이러스의 전파는 일어나지 않는다.

공기(바람매개)전파

구제역바이러스가 호흡기를 통하여 밀집사육되는 동물에서 쉽게 전파될지라도 공기(바람매개)전파는 감수성 동물이 구제역바이러스와 접촉한 사실이 없는데도 구제역 발생지역으로부터 멀리 떨어진 곳에 있는 동물에 구제역이 발생되는 것을 의미한다. 수십킬

로미터 떨어진 곳에서의 구제역 발생은 공기(바람매개)를 통한 바이러스의 이동 및 전파를 의미한다. 감염된 공기에 의한 구제역바이러스의 전파는 적당한 조건아래 수십킬로미터 떨어진 곳에서도 발생할 수 있다. 일단 바이러스가 대기에 방출되면 감염된 공기는 plume를 형성하여 수평, 수직으로 확산될 수 있다. 지면 가까이에 머물고 있는 많은 바이러스의 경우 수직방향으로의 확산은 제한되어 있다. 오염된 공기는 일정한 대기조건하에서 수직으로 상승하여 먼거리까지 이동하며, 많은 양의 바이러스를 가지는 공기는 먼저 지면으로 하강한다.

공기중으로 배출된 바이러스 량은 아래 사항과 관련된다.

- 동물의 종
- 질병의 단계 : 상당한 량의 바이러스가 최초 임상증상이 나타나기 전에 배출되며 대부분의 바이러스는 수포가 파괴되는 시점인 감염후 4~7일 사이에 배출된다.
- 감염된 동물의 수
- 바이러스 혈청형(type)

대부분의 공기(바람매개)전파는 10km 이상 이동한다. 돼지의 경우 강력한 공기매개 바이러스 배출원이고 소의 경우는 쉽게 바이러스의 흡입에 의해 감염된다. 가장 자주 관찰되는 전파방식은 돼지에서 소로의 공기(바람)에 의한 전파이다.

구제역바이러스에 감염된 돼지는 공기전파의 가장 위협적인 존재이다. 호흡기를 통한 바이러스의 배출이 소, 면양의 경우에는 하루 약 10^5 IU(infectious unit) 정도의 바이러스를 배출하나 돼지의 경우 하루에 10^8 IU인 것과 비교된다.

소의 경우 호흡의 배출량이 크기 때문에 면양, 돼지보다 쉽게 감염된다. 적어도 한마리가 하나의 감염량을 흡입할 가능성은 많은 두수를 사육하는 농장이 적은 두수의 사육농장보다 높다.

분무에 의한 배출된 바이러스의 처리, 바이러스에 감염된 땅으로부터 빗물에 의한 릫, 감염된 사체의 소각에 의한 전파능력은 감염된 돼지에서 배출된 감염력의 공기와 비교가 되지 않는다. 그럼에도 불구하고 집유탱크는 온도나 습기가 바이러스가 생존에 적당할 때, 감염되지 않은 목장에서 우유를 집유할 때 공기구

멍으로부터 감염된 경우도 있다.

동물의 생산물, 부산물

많은 구제역의 발생은 감염된 동물의 생산물, 고기 찌꺼기, 뼈, 고기조각이 포함된 음식물쓰레기(잔반)을 돼지에 먹임으로써 일어난다. 외국선박으로부터 불완전하게 조리된 음식물쓰레기(잔반)는 돼지에서 구제역 감염의 원천이었다. 감염된 동물로부터 생산되는 우유는 상당히 많은 량의 바이러스를 가지고 있다. 동물들중 특히 돼지는 오염된 사료, 곡물, 동물의 부산물, 물의 섭취 혹은 오염된 물건을 핥음에 의해 감염된다. 또한 완전하게 불활화되지 아니한 구제역 백신, 백신니아 백신, 돈콜레라 백신 및 너허수체의 추출물 등도 구제역 발생의 또 다른 원인이다.

매개체

구제역의 확산에 중요하게 작용하는 생물학적인 곤충매개체는 확인된 것이 없다. 사람을 포함한 많은 동물 축종들은 바이러스의 기계적인 매개체로 작용할 수 있다.

기계적인 전파/매개물

바이러스는 오염된 기구나 장비를 통해 쉽게 확산될 수 있다. 구제역바이러스에 오염된 사람의 신발, 의복, 손 등을 통하여 동물에게 구제역바이러스를 쉽게 전파할 수 있다. 또한 바이러스의 전파는 수의사나 설치류 관리자와 연계되어 있다. 건강한 사람에게 있어서 구제역바이러스는 비도나 인후두 부위에 준임상적으로 36시간까지 보유한다. 이 시간동안 바이러스는 기침, 재채기, 말하기, 침 쉬기, 침 등을 통하여 배출된다. 실험적으로 감염된 사람은 다른 사람과 감수성 있는 동물에게 구제역바이러스를 전파시킬 수 있다. 개, 고양이, 설치류, 가금과 다른 새는 기계적으로 바이러스를 전파할 수 있다. 특히 돼지, 젓소가 감염된 지역으로부터 도로, 목초지, 하수구를 통해 배출되어 지는 바이러스와 접촉한 동물, 기구, 장비, 사람 등을 감염시킬 수 있다.

4. 전염에 영향을 주는 요인

호주에 전파 및 확산된 구제역바이러스는 기후요인, 발생 초기상태의 진단능력, 가축의 이동, 가축의 밀도, 야생동물의 존재 가능성에 의존되어 진다. 감염된 동물의 이동은 한 지역으로부터 다른 지역으로의 구제역 확산에 가장 중요하게 작용하는 요인이다. 공

기에 의해 전파되어지는 바이러스는 감염된 지역에서의 바람의 움직임에 영향을 받는다. 적절한 기후조건 상태하에서의 공기전파는 구제역의 역학에 있어서 중요한 요인이다.

숙주요인

축종에 따라 민감성이나 배출되는 바이러스의 양에 있어서 구제역에 감염될 가능성이 다르다. 호주에 있어서 구제역 발생의 최초 사례는 아마도 돼지일 것이다. 구제역바이러스는 대부분 오염된 동물의 생산물에 의하여 유입될 것이다. 이러한 것들은 다른 동물보다는 돼지가 먹을 가능성이 더 높으며, 돼지는 섭식에 의해 감염된다. 감염된 돼지를 내버려두거나 잔반먹이는데 무신경하거나 병든 동물의 신고를 꺼리는 경우, 초기의 발생을 알아차리지 못하거나 구제역바이러스를 근절할 수 없다. 돼지는 질병에 있어서 아주 중요한 증폭 및 전파동물이다.

돼지는 주로 구제역바이러스에 오염된 사료를 먹음으로써 감염될지라도 돼지는 호흡기를 통한 공기전파의 가장 강력한 숙주이다(표 2 참조). 따라서 감염된 돼지로 부터의 구제역 확산은 아주 빠르며, 최초의 임상증상이 규제당국의 관심을 끌기전에 이미 상당히 전파되었다는 근거를 가지게 된다. 최근의 보고에 따르면 24시간동안 소나 면양이 하루에 최대 1.8×10^5 IU 개를 배출하는데 비하여 돼지는 하루에 2.8×10^8 IU의 바이러스를 배출할 수 있다(예를 들면 개개의 돼지는 소의 경우보다 약 3,000배 정도 많은 바이러스를 호흡기를 통하여 배출할 수 있다). 돼지는 임상증상을 보이기 10일전부터 바이러스를 배출할 것이다.

이러한 요인들은 구제역 통제시에 제한지역의 크기

표 2. 1분당 배출되는 구제역바이러스의 양(IU/분)

바이러스 독주	소	면양	돼지
O ₁	57	43	7,140
O ₂	4	1.4	1,430
A ₅	93	0.6	570
A ₂₂	7	0.3	200
C _{Noville}	21	57	72,860
C _{Lebanon}	6	0.4	260

1 IU = 1.4 TCID₅₀

를 결정할 때 고려되어야 한다. 예를 들면 구제역은 환풍기를 이용하여 공기를 순환시키는 환기가 잘되는 큰 돈사에서 처음으로 발견되고 공기전파에 유리한 대기조건하에서는 적어도 반경 10km 이내에서 사육되는 소는 바람의 영향때문에 위험한 것으로 생각되어진다.

소는 다른 동물보다 흡기량이 크기 때문에 공기감염에 매우 민감하다. 소는 일정한 지역에서 구제역바이러스의 존재를 확인하기 위하여 사용되는 가장 양호한 감시동물로 생각된다. 면양, 산양은 구제역의 감염이 인지되지 않거나 또는 아주 경미한 임상증상을 나타내기 때문에 구제역바이러스의 중요한 보독 및 전파동물이다. 열대품종의 소나 돼지는 유럽형의 품종보다 구제역바이러스에 덜 민감하다.

공기(바람매개)전파

공기전파에 영향을 미치는 몇가지 요인이 있다.

- 풍속 : 느리나 꾸준하게 부는 바람은 난류나 Plume 교란을 제한한다.
- 풍향 : 순풍일 때 전파가 가장 잘 된다. 일반적으로 Plume의 넓이는 바람이 불어가는 거리에 못미친다. Simth(1983)는 $w = x^{0.875}$ (w는 plume 넓이, x는 바람의 거리)라는 공식을 만들었다.
- 상대습도 : 구제역바이러스의 적정 생존습도는 60% 이상의 상대습도이다.
- 온도 : 서늘한 계절에 전파가 잘 되며, 대기의 온도가 낮을 때는 공기 plume의 수직전파가 제한된다. 바이러스는 영도이하에서 장시간동안 생존할 수 있고 27°C에서 최소한 30-60시간 동안 생존할 수 있다.
- 햇빛 : 약한 햇빛에서 공기전파가 잘 이루어진다. 자외선이 바이러스를 죽일 수 있지만 일반적으로 햇빛정도 수준의 자외선에서는 저항할 수 있으며, 바이러스는 밤에는 자외선 조사로부터 방어된다.
- 지형 : 공기전파는 육지보다는 바다에서 먼거리를 전파할 수 있다. 육지에서의 전파는 일반적으로 난류나 plume의 교란 등으로 10km 이하로 전파된다. 그러나 구제역바이러스는 1981년에 프랑스에서 영국의 Wight 섬까지 물위로(영국해협) 250km 이상을 전파하였다. 지형은 plume의 전파경로에 영향을 미칠 것이다.
- 감수성 동물의 밀도 : 구제역의 전파위험은 특히 가

축경매시장이나 방목장과 같은 많은 동물의 사육으로 인한 동물이 상처를 입기 쉬운 지역에서 부는 순풍으로 인하여 증가한다. 소는 호흡량이 면양이나 돼지보다 크기 때문에 더 쉽게 감염된다(소의 위험도에 비하여 면양은 1/4, 돼지는 1/12). 공기 전파는 전형적으로 돼지에서 소로 일어난다. 일단 한마리의 동물이 감염되면 질병은 직접접촉을 통하여 다른 동물 및 지역에서 사육되는 동물에게 빠르게 전파된다.

· 구제역바이러스 : 상대습도차에 있어서 생존율을 측정하였을 때 바이러스의 혈청형에 따라 저항성을 달리하였다. 공기중에 배출된 바이러스양과 안정성 사이에는 가변적 상관관계가 있다.

그러므로 구제역의 공기전파는 바이러스가 i) 공기매개 상태이거나, ii) 감수성 숙주내에 도착하기 위한 공기매개 상태를 충분히 오래 유지하거나, iii) 숙주에 감염을 유발시킬 수 있는 충분히 많은 양의 바이러스를 가질 경우에만 한한다. 발생시점의 날씨 조건은 바이러스의 생존과 얼마나 멀리 전파될 수 있을지를 결정한다. 이것은 미리 예측할 수 없으며 그 당시 위험지역을 결정하기 위하여 특정한 모델을 사용하여 분석한다. 이에 따라 꾸준한 감시가 이루어져야 한다.

호주에서 구제역바이러스가 공기전파의 가능성에 대한 실험적 연구에 착수하였다. 매년 바이러스의 생존에 직결되는 가축의 분포와 비율에 관한 자료를 사용하여 호주에서 공기전파의 가능성을 지역에 따라 등위를 달리 구분하였다. 가장 높은 가능성을 나타내는 지역은 호주의 남부와 동부지역이었으며, 이 지역은 호주에서 가장 많은 가축의 사육밀도를 가진 지역이고, 고가의 가축을 사양하는 지역이기 때문이다.

밤시간의 상태는 특히 중요하다. 위험에 있어서 날짜별로 계절적 영향이 알려져 있을지라도 낮시간의 상태가 바이러스 생존에 부적합하고, 밤시간의 상태가 바이러스 생존에 유리하다. 몇년동안의 호주의 연구에서 날씨 조건이 바람매개 전파의 제한요인이 되지 못할 것이다.

실험적 발생상황에서 호주에서의 장거리 공기전파 위험은 매우 낮은 것으로 보인다. 남동부 Victorian의 젓소목장조차도 낮은 위험도를 보였다. 그러나 감염 돼지에서 배출되는 바이러스는 plume을 형성하여 10km 이상을 전파할 수 있기 때문에 커다란 위협이

되었다.

특히 감염동물이 살처분이 지연된다면 소 사육농장은 규모나 품종의 민감성 때문에 상당한 감염위험성에 직면하게 된다.

구제역바이러스를 가진 야생돼지는 다른 야생돼지에게 낮은 감염의 위험성을 나타내는 것은 흥미로운 사실이다. 이것은 야생돼지무리에서 구제역의 전파는 무리사이의 직접접촉에 크게 의존하기 때문이다.

가축의 생산과 판매

호주에서 가축의 생산과 판매제도는 넓은 지역에 걸쳐 빠르게 구제역바이러스의 전파를 초래한다. 가축 및 그 생산품의 이동에 대한 빠른 추적능력은 구제역 발생의 초기 박멸에 아주 중요한 기점이 된다.

면양은 감염되어도 거의 대부분이 임상증상을 나타내지 않기 때문에 특히 면양의 이동패턴은 아주 중요하다.

아프리카에서 발생되었던 구제역바이러스의 전파는 동물들이 물을 먹기 위하여 모이는 건조한 계절에 발생하기 쉽다. 그러나 무리의 숫자가 적으면 전파가 제한되기 때문에 감염은 지속되기 힘들며 자연적으로 감소한다.

대규모로 사육관리되는 지역에서 가축의 수는 많고 직접접촉한다. 개인 목장이나 계류장으로부터 동물의 이동은 감염을 빠르게 넓은 지역으로 전파시킬 수 있다. 공기전파는 서늘하고 습기가 많은 날씨에 먼거리까지 전파가 되어짐으로써 구제역의 폭발적인 발생의 기회가 높지만 쉽게 발견되어 진다.

대규모로 사육중인 돼지사육장과 같은 높은 위험성을 가지는 기업체는 지역내 구제역의 전파에 영향을 미친다. 사육규모가 큰 돼지농장은 구제역바이러스의 증폭자로서 구제역 전파에 높은 위험성을 가진다.

소 농장에서도 비슷한 문제를 가지는데 이것은 대규모 단위로 동물을 사육하기 때문이다. 소 농장은 공기전파에 의한 감염의 기회가 높기 때문에 특별한 위험성을 가진다.

7. 유입방식 및 위험

전통적으로 유럽과 남동아시아는 호주에 가장 위험이 높은 지역이었다. 유럽은 문화적, 인종적, 무역적

으로 연결되었고, 남동아시아는 거리상으로 가깝기 때문이다. 대부분의 유럽과 인도네시아를 포함한 일부 남동아시아의 구제역 상황의 호전은 호주내로의 구제역의 유입 위험성을 감소시켰다. 그러나 필리핀, 말레이시아, 타이완(대만), 북부 베트남과 같은 일부국가에서는 동물과 생산품의 이동으로 구제역 발생이 계속되고 있다. OIE(국제수역사무국)는 이 지역에 대하여 구제역 박멸프로그램을 수행하였으며, 프로그램을 수행하기 위하여 특별 구제역 분과위원회를 구성하였다(남동아시아 구제역을 위한 OIE 분과위원회). 1995년 1월 방콕에서 처음으로 개최되었는데, 이 보고에 따르면 pig-adapted 구제역 바이러스 O 혈청형이 돼지에서 지속적으로 발생되는 것으로 보고되었다. 북베트남의 돼지로부터 이 바이러스가 분리되었고, 최근에는 필리핀에서도 동일한 종류의 바이러스가 보고된 바 있으며 특히 돼지에 적응하여 남동아시아 양돈산업을 지속적으로 위협하고 있다. 현재 이 바이러스는 소, 물소에서의 역학적 측면은 알려져 있지 않다.

아프리카의 많은 나라에서 구제역의 발생은 지속적이나, 남아메리카에서는 광범위한 백신의 접종, 지역화, 효과적인 이동통제를 실시하여 구제역의 근절에 상당한 진전이 있었다. 중동과 인도대륙은 위험한 지

역이다. 구제역은 터키, 러시아 및 독립연방공화국에도 범발적으로 발생되고 있다.

현재의 동물에 대한 검역은 구제역이 발생되지 않고 있는 지역의 동물에 한하여 수입허용이 되고 있으며, 수정관은 안전한 수정관 이식기술을 이용하여 구제역 발생이 지속되는 지역으로 부터도 안전하게 수입할 수 있다.

구제역바이러스의 가장 두드러진 유입경로는 불법적인 육류 및 유제품을 통하여 이루어진다. 바이러스는 특히 조리육, 염장육, 훈연육과 부적절하게 가열처리된 우유 및 유제품에서 상당기간동안 생존할 수 있다. 바이러스는 비행기, 선박의 승객이나 우편물을 통하여 전파될 수 있다. 낚시배, 유람선 등의 선박에서 유래되는 음식물쓰레기를 통하여도 전파된다. 음식물쓰레기(잔반)의 통제와 과중한 벌금제도의 도입으로 구제역의 유입위험이 감소되었다.

구제역은 조기에 진단이 이루어지지 않으면 호주의 소, 돼지, 면양, 산양에 전파되며 빠르게 전지역으로 확산된다. 공기매개 장거리 전파감염은 드물게 발생한다. 그러나 구제역바이러스는 가축계류장, 경매시장으로의 동물이동, 오염된 트럭 또는 기타 매개체를 통하여 빠르게 전지역으로 전파된다.

- 계속 -

고양이 우심방에서의 심장사상충의 외과적 제거

Surgical removal of heartworms from the right atrium of a cat, *JAVMA*; 211(1), 68-69, 1997.

고양이는 단 두마리의 심장사상충 성충을 지니고 있어도 심장비대와 심한 호흡기 장애가 나타난다. 심초음파를 이용하면 외과적으로 심장사상충의 제거가 가능한지 알 수 있다. 경정맥의 직경이 2.2mm 이상이면 외과적인 forceps의 삽입이 가능하다. 수술전 8일간 prednisone을 투여하였고, heparin을 투여하였다. 심초음파와 형광투시법으로 관찰하면서, 경정맥절개술을 이용해 손수 basket-type retrieval forceps을 우심방으로 집어 넣어 성충을 제거한다. 이렇게 외과적인 제거 후에 heparin과 prednisone 및 항생제를 처치함으로써 고양이는 완전히 회복되었다(초역: 서울대학교 大學院 獸醫內科學 專攻 劉宗賢).