

바바리 양에서 발생한 *Streptococcus equi* subsp. *zooepidemicus* 감염증

고바라다* · 박성도 · 김재익 · 박종태

광주광역시보건환경연구원

(제작일: 2007년 11월 30일)

Streptococcus equi subsp. *zooepidemicus* infection in barbary sheep (*Ammotragus lervia*)

Ba-Ra-Da Koh*, Seong-Do Park, Jae-Ik Kim, Jong-Tae Park

Gwangju Metropolitan Health & Environment Research Institute, Gwangju 500-210, Korea

(Accepted: November 30, 2007)

Abstract : An eight years old female barbary sheep (*Ammotragus lervia*), which bred at the Gwangju Uchi Park Zoo had shown anorexia, depression, respiratory problem for several weeks after parturition. In necropsy, extensive necrotizing pneumonia was found with severe immunocytes infiltration in the alveolar spaces and bronchioles. Pulmonary pleura were thickened with fibrin and inflammatory cells. Bacteria were isolated from lung and identified as *Streptococcus equi* subsp. *zooepidemicus* (SEZ) by biochemical tests and PCR on *sodA* and *gusA* genes, though *seel* gene was not detected. Isolation of zoonotic SEZ in public place such as a zoo should be emphasized for the public health management.

Key words : Barbary sheep (*Ammotragus lervia*), *gusA* gene, PCR, *Streptococcus equi* subsp. *zooepidemicus*

서 론

Streptococcus equi subsp. *zooepidemicus* (SEZ)는 말, 소, 산양, 개 그리고 닭을 포함한 다양한 동물과 사람에서 여러 가지 감염증을 일으키는 세균으로 알려져 있다 [3, 7, 14, 28]. SEZ는 Lancefield Group C에 속하며, 포유동물의 상부호흡기 점막에 정상세균 층으로 존재한다 [23, 27-29]. 말에서 하부기도 질병, 소병소성 폐렴, 자궁경부염 [7, 10], 라마에서 폐렴 [7], 소와 산양에서 유방염 [28], 닭에서 폐혈증, 새끼 양에서 심장막염과 폐렴 [3], 개에서 폐혈증과 급성 괴사성 출혈성 폐렴 [14, 23] 등을 포함한 여러 가지 질병 중후군과 관련이 있다. 사람에서는 SEZ 감염으로 신장염, 관절염, 폐혈증, 수막염, 그리고 폐렴 등을 일으킨 심각한 감염사례가 종종 보고되어 왔다 [5, 9, 11, 13, 18, 24, 30]. 사람에서 감염은 살균되지 않은 우유와 오염된 돈육 섭취와 같은 축산물과 매우 밀접한 연관성이 있다 [8, 9, 12, 32].

SEZ 감염증 확인은 일반적인 배양법과 분자학적 특성을 이용한 PCR법으로 감별진단이 가능하다. 최근에 Krahulec와 Krahulcov[17]가 SEZ에 존재하는 β -glucuronidase와 관련된 *gusA* 유전자의 특성을 규명하였으며, β 용혈성 연쇄상구균과 대장균을 비롯한 일부 세균에서만 특성이 규명되었다 [6, 20]. 한편 산화적 스트레스에 대한 세균의 방어체계에 관여하는 효소를 지령하는 manganese-dependent superoxide dismutase A(*sodA*) 유전자와 밸류 촉진물질 SePE-I와 관련된 *seel* 유전자가 PCR 방법에 의한 감별진단에 사용되었다 [1-3, 19, 22].

SEZ 실험감염에 의한 병리조직학적 소견은 화농성 폐렴이 특징적이며, 세기관지와 폐포 그리고 모세혈관에 호중구와 대식세포의 침윤 소견을 Yoshikawa 등 [31]이 기술하였다.

인수공통전염병인 SEZ 감염증이 돼지, 소, 염소, 양, 원숭이 등을 포함한 다양한 동물에서 보고되었으나, 아

*Corresponding author: Ba-Ra-Da Koh

Gwangju Metropolitan Health & Environment Research Institute, Gwangju 500-210, Korea
[Tel: +82-62-571-0498, Fax: +82-62-571-0496, E-mail: barada@hanmail.net]

생동물인 바바리양(*Ammotragus lervia*)에 대한 감염증은 국내외에서 공식적인 발생보고가 없어, 광주 우치동물원에서 사육중인 바바리양에서 발생한 SEZ 감염에 의한 카타르성 흉막폐렴증에 관해 보고하고자 한다.

재료 및 방법

공시재료

광주광역시 우치동물원에서 사육 중인 8세의 바바리양이 분만 후 여러 주 동안 식욕부진, 우울, 호흡곤란 등의 전신 쇠약 증상이 관찰되어 장기간 치료를 하였으나 폐사하여 광주광역시보건환경연구원에 병성감정이 의뢰되었다.

병리조직학적 검사

폐사원인을 규명하고자 일반적인 부검술식에 의하여 부검을 하였다. 부검 후 폐, 장 및 주요 실질장기는 병리조직검사를 위하여 10% 중성 포르말린에 고정한 후 통상적인 조직 처리과정을 거쳐 파라핀에 포매하였다. 파라핀 포매 조직을 3 µm 두께로 박절한 다음 H&E 염색을 하여 광학현미경하에서 관찰하였다.

균분리

폐렴 병변부위로부터 멸균된 면봉으로 시료를 채취하여 5% 면양혈액배지에 도말하여 통상적인 세균분리를 위해 5% CO₂ 조건으로 37°C 배양기에서 24시간 동안 배양 후 분리된 순수 집락은 혈액배지 계대하면서 각 균주에 대한 동정시험을 하였다.

생화학적 성상검사

5% 면양혈액배지에서 순수 분리된 집락을 채취하여 그람염색을 실시한 후 β 용혈성 streptococci의 동정을 위한 생화학적 성상검사는 상업용 동정킷트(API 20 Strep; bioMrieux, France)를 이용하여 제조사의 지시에 따라서 사용하였다.

Polymerase chain reaction

PCR을 위한 DNA 추출은 Miller 등 [21]의 phenol/chloroform 추출방법 일부를 변형하여 실시하였다. 혈액 배지에서 순수 분리된 4개 집락과 폐렴 병변 조직(10~20 mg)으로부터 genomic DNA를 추출하였다.

본 실험에 사용된 primer 염기서열과 PCR 반응조건은 Table 1과 같다. Alber 등 [2]에 의해 보고된 SEZ의 *sodA*와 *seeI* 유전자 검사를 위해 두 쌍의 primer를 이용하였으며, Krahulec과 Krahulcova [17]가 보고한 SEZ의 *gusA* 유전자(AJ890474) 염기서열을 기초로 하여 Primer Express 소프트웨어(Ver 2.0; Applied Biosystems, USA)로 primer를 설계한 후, 바이오니아(한국)에 합성을 의뢰하였다.

PCR 반응 혼합물은 template DNA 1 µl, 각 10 pmol/µl primer 1 µl, Prime Taq premix(GeNet Bio, Korea) 10 µl, 그리고 멸균증류수로 총 20 µl로 조정하였다. *gusA* 유전자와 *sodA*-*seeI* multiplex PCR 반응조건은 이전에 Alber 등 [2]에 의해서 보고된 방법에 따라 94°C에서 3분간 1차 반응시킨 다음, 94°C/30초, 59°C/30초 그리고 72°C/40초간 3단계로 PCR을 32 cycles 수행하고, post-elongation을 72°C에서 5분간 DNA 합성을 하였다.

PCR을 수행한 후 ethidium bromide(0.5 µg/ml)가 함유된 1.5% agarose gel에서 전기영동을 실시한 후 자외선을 조사하여 band의 유무를 확인하였다.

PCR 산물의 염기서열분석

PCR을 통해서 증폭된 유전자 산물이 SEZ의 *sodA*와 *gusA* 유전자임을 확인하기 위해서 염기서열을 분석하였다. PCR로 증폭된 생성물은 1.0% agarose gel에서 gel-cut 후 Wizard SV Gel and PCR Clean-Up System (Promega, USA)를 이용하여 순수 분리하였다. 염기서열 분석은 BigDye Terminator v3.1 Cycle Sequencing Kits를 이용하여 ABI 3730XL DNA Analyzer(Applied Biosystems, USA)로 염기서열을 분석하였다. 분석된 염기서열은 GenBank에 등록된 SEZ의 *sodA*와 *gusA* 유전자들과 염기서열을 비교하였다.

Table 1. Oligonucleotide primers used in PCR

Target gene	Oligonucleotide primers	Primer (5' → 3')	Product (bp)	GenBank #
<i>sodA</i>	<i>sodA</i> equi/zooep-F	CAGCATTCTGCTGACATTGTCAGG		Z95902
	<i>sodA</i> equi/zooep-R	CTGACCAGCCTTATTCACAACCAGCC CTGACCAGCCTTATTCACAACCAGCC	235	Z95901
<i>seeI</i>	<i>seeI</i> -F	GAAGGTCCGCCATTTCAGGTAGTTG		
	<i>seeI</i> -R	GCATACTCTCTGTCACCATGTCCTG	520	AAF72808
<i>gusA</i>	<i>gusA</i> -F	GAGCTCCTAGCCTCTGATGAGC		
	<i>gusA</i> -R	GCTCTCGCTATAATTGCCAC	340	AJ890474

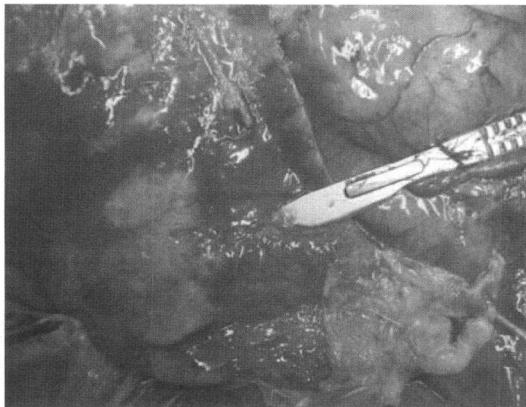


Fig. 1. Fibrinous pleuritis and pleuropneumonia in the Barbarian sheep.

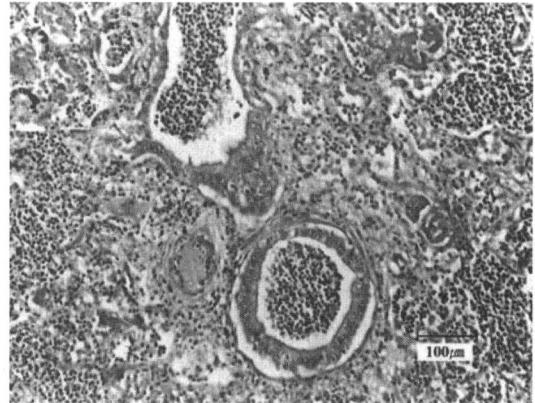


Fig. 3. Thickening of the intraalveolar septa around a bronchiole almost completely occluded by a purulent exudate. H&E.

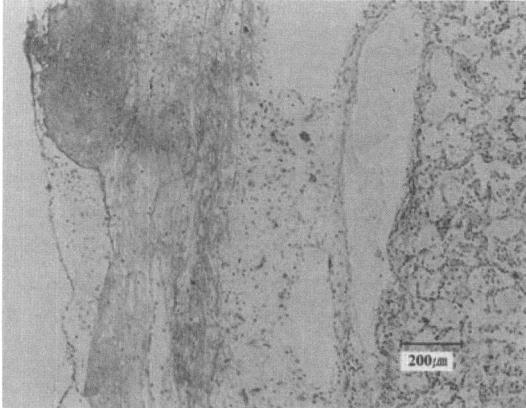


Fig. 2. Thickened pleura with extensive fibrin deposits. H&E.

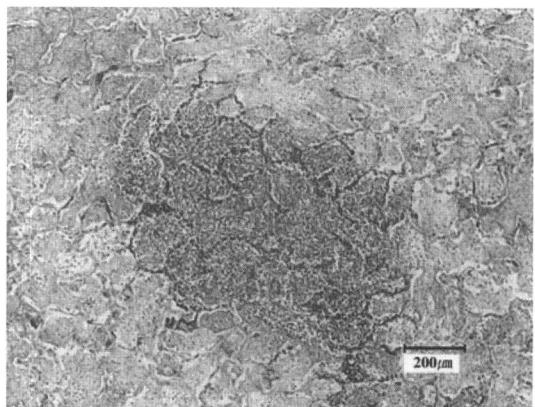


Fig. 4. Alveolar spaces infiltrated with fibrinous exudate and showing alveolar hemorrhagic congestion and necrosis. H&E.

결 과

육안 및 병리조직소견

폐사된 바바리양에 대한 부검을 하여 관찰된 폐의 육안적 소견은 단단하고, 종창되고, 충혈되어 있었으며, 배쪽 흉벽에 5 cm정도의 혼탁한 섬유소성 흉막이 부착된 것을 관찰할 수 있었으며(Fig. 1), 폐 절단면은 단단하며, 암적색으로 관찰되었다.

병리조학적으로 선명한 분홍색의 두꺼운 섬유소와 약간의 호중구 침윤 소견을 보인 섬유소성 흉막이 관찰되었다(Fig. 2). 폐포공간에는 호중구와 림프구와 같은 심한 세포성 침윤과 카르트성 삼출물로

넓은 범위에 걸쳐 가득 채워져 있었다. 세기관지는 호중구와 대식세포가 흩어져 있는 화농성 삼출물로 막혀 있어 공기공간(air space)은 광범위하게 소실되었다(Fig. 3). 폐포공간에 호중구와 대식세포의 침윤과 함께 국소적인

폐포의 충혈성 울혈과 피사 소견도 보였다(Fig. 4). 그 외 다른 실질장기에서 뚜렷한 이상은 발견되지 않았다.

생화학 시험결과

폐렴 병변으로 분리된 세균은 면양혈액배지에 24시간 동안 배양 후 관찰된 주요 집락은 넓고, 점액성의 투명한 β 용혈을 일으키는 큰 집락이 관찰되었다(Fig. 5). 분리된 세균에 대한 생화학적 검사결과 SEZ로 동정되었다. 생화학적 성상은 arginine dihydrolase, β -glucosidase, β -glucuro-nidase, alkaline phosphatase, ribose, glycogen, leucine arylamidase, sorbitol, lactose, 그리고 starch는 양성이었고, acetoin 산생, hippurate 가수분해, pyrro-lidonyl arylamidase, α -galactosidase, 그리고 β -galactosidase는 음성이었으며, L-arabinose, mannitol, trehalose, inulin, 그리고 raffinose에서는 산을 생성하지 않았다.

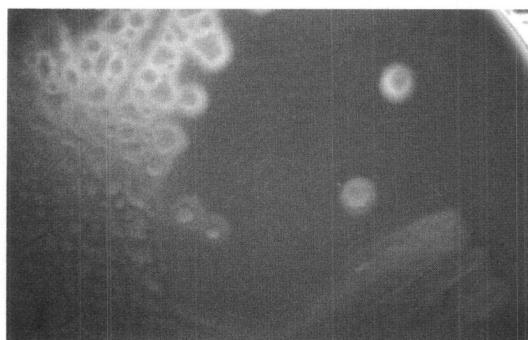


Fig. 5. *S. equi* subsp. *zooepidemicus* viewed with transmitted light, beta-hemolytic, large, mucoid colonies.

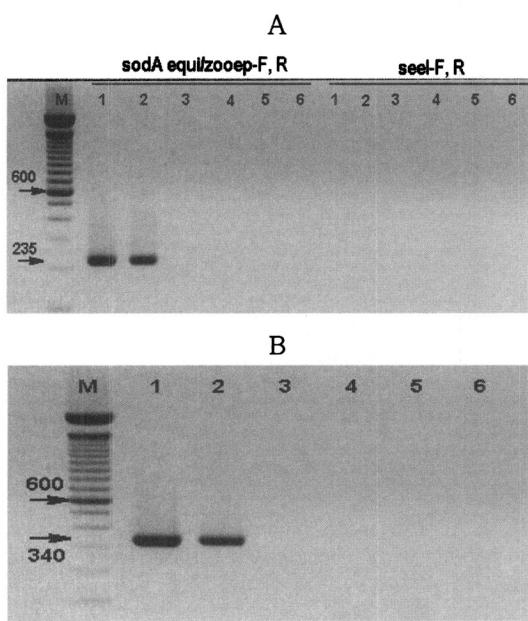


Fig. 6. (A) Gel electrophoresis of PCR products of the *sodA* gene with *sodA* equi/zooep F-R primers and *seel* gene with *seel* F-R primers run on 1.5% agarose gel. (B) PCR products of the *gusA* gene with *gusA* F-R primers run on 1.5% agarose gel. Lane M: 100 bp ladder marker (Invitrogen, USA); lanes 1 and 2: *S. equi* subsp. *zooepidemicus* isolates; lanes 3, 4 and 5: genomic DNA from lung of barbary sheep; lane 6: negative control.

PCR 결과

폐사된 바비리양으로부터 분리된 SEZ 균주와 폐렴 병변으로부터 추출한 DNA에 대해 PCR을 실시하였다. SEZ에 존재하는 *sodA* 유전자와 *S. equi*와 일부 균주에 존재하지만 SEZ에서는 발견되지 않는 *seel* 유전자를 대상으로 한 PCR 실험결과 분리된 균주에서 *sodA* 유전자는 235 bp만이 증폭이 되었다(Fig. 6A). 그리고 Krahulec와

Krahulcova [19]가 보고한 SEZ의 *gusA* 유전자의 염기서열을 기초하여 설계한 primer에 의한 PCR 실험결과 340 bp의 증폭산물이 SEZ 분리주에서 관찰되었다(Fig. 6B). 따라서 SEZ 분리주로부터 *sodA*와 *gusA* 유전자는 확인되었지만 *seel* 유전자는 존재하지 않았다. 폐렴 병변에 대한 PCR 실험결과에서는 *sodA*를 포함한 모든 유전자가 증폭되지 않았다.

염기서열분석(sequencing)

바비리양의 흉막폐렴 병변으로부터 분리된 SEZ에 대해 증폭된 235 bp의 반응산물에 대한 염기서열을 분석하여 GenBank에 등록된 *sodA* 유전자 서열과 homology를 비교한 결과 100% 상동성을 보였다. 한편 340 bp의 반응산물에 대한 염기서열을 분석하여 GenBank에 등록된 *gusA* 유전자 서열과 상동성을 비교한 결과 94.7% 상동성을 보았다(322 bp/340 bp).

고 찰

SEZ는 말의 상부호흡기 점막에 정상세균층으로 존재하고 있으며, 숙주 특이성이 없어 다양한 동물과 사람에게 기회감염으로 질병을 일으킨다 [29]. 사람에서 인수공통전염병인 SEZ 감염증은 오염된 축산물 즉, 부적절하게 살균되거나 살균되지 않은 우유의 섭취 또는 수제 치즈의 섭취 그리고 심지어 돈육을 섭취하여 발생한 사례가 여러 건 보고되었다 [8, 12, 32]. 사람의 SEZ 감염증상은 신장염, 관절염, 폐렴증, 수막염, 폐렴전색전증 그리고 폐렴 등의 심각한 질병을 일으킨다 [5, 8, 9, 11, 13, 18, 24, 30].

동물에서도 SEZ 감염으로 유방염, 폐렴, 폐렴증, 급성 괴사성 출혈성 폐렴 등의 다양한 증상이 나타나며, 소, 염소, 양, 닭, 말, 개 등의 가축 [7, 10, 14, 23, 27-29]과 원숭이와 라마 등의 야생동물 [7, 25]에서 SEZ 감염증이 보고되었다.

야생동물인 바비리양은 북아프리카(북위 15°에서 18°) 유래이며, 사하라 사막주변의 산악지대에 주로 서식하고 있으며 사육조건이 비교적 용이하고 다루기가 쉬워 현재 국내 동물원에서 많이 사육되고 있는 동물이다 [15]. 광주광역시 우치동물원에서 사육된 바비리양이 SEZ 감염으로 인해 심한 카타르성 흉막폐렴으로 폐사하였으며, 부검결과 육안병변과 혈미경적 소견은 주로 호흡기에서 관찰되었다.

폐사된 바비리양이 사육되었던 동물원에 대한 역학조사결과 서울에 소재한 동물원으로부터 쇠약한 상태에서 분양을 받아 장거리 이동 후 다른 바비리양 무리뿐만 아니라 말과 함께 같은 우리내에서 사육되었다. 따라서 분

만 등의 스트레스와 쇠약증상에 보였던 바바리양이 말의 호흡기에 상재하고 있던 SEZ에 기회감염되어 폐사된 것으로 추측된다.

Yoshikawa 등 [31]이 보고한 말의 호흡기에 SEZ 실험 감염에 의한 병리조직학적 소견은 화농성 폐렴이 특징적이며, 시간이 지남에 따라 병변부위는 장액 출혈성 폐렴, 출혈성 화농성 폐렴 증상을 보인 후 화농성, 응고 괴사성 폐렴으로 발전하여 세기관지와 폐포 그리고 모세혈관에 호중구와 대식세포의 침윤이 관찰된다고 보고하였으며, 본 증례에서도 이와 유사한 병리학적 소견들이 관찰되었다.

섬유소성 폐렴 병변으로부터 Barnham 등 [4]이 보고했던 점액성이 높고, 넓은 β 용혈대를 보이는 큰집락이 배양분리되어 API 20 Strep 키트로 생화학적 검사한 결과 SEZ로 동정되었다. SEZ는 통상적인 세균 1차 배양 조건인 5% CO₂ 상태에서 24시간 이상 배양하면 점액성의 용혈대를 지닌 집락이 쉽게 관찰된다. 부검소견상 혐기성세균에 의한 감염소견이 특별하게 관찰되지 않아 혐기배양은 별도로 시도하지 않았다.

Swenshon 등 [26]이 들고래에서 분리된 SEZ의 생화학 시험결과 β -glucosidase 음성, trehalose에서 산을 생성하고, sorbitol에서는 산을 생성하지 않는다고 보고하였으나, 본 증례에서 분리된 SEZ에서 이를 3종 검사항목은 상반된 결과를 보였다.

본 증례에서 분리된 β -용혈성 연쇄상구균은 생화학 시험뿐만 아니라 이전에 기술된 수많은 연쇄상구균 종들의 동정에 적합한 *sodA* 유전자와 *S. equi*와 사람 병원체인 *S. pyogenes*에서 존재하지만 SEZ에 결여되어 있는 *seel* 유전자를 이용한 PCR 실험결과 *sodA* 유전자인 235 bp(Fig. 6A)만 증폭되어 SEZ로 확인되었다 [1-3, 19]. SEZ에 존재하는 β -glucuronidase는 *S. uberis*, *S. dysgalactiae*, 그리고 *S. equi* 등의 일부 균주에서만 양성반응을 보이며 [16], 이와 관련된 *gusA* 유전자는 β 용혈성 연쇄상구균에 제한적으로 존재하며 대장균을 비롯한 일부 세균에서만 특성이 규명되었다 [6, 20]. 본 실험에서는 Krahulec와 Krahulcová [17]가 보고한 *gusA* 유전자(AJ890474)를 기초하여 SEZ에 특이적인 primer를 제작하여 PCR를 실시한 결과 SEZ 분리주에서 340 bp의 증폭산물이 관찰되었으며(Fig. 6B), 염기서열분석결과 *gusA* 유전자로 확인되어 SEZ 진단에 유용할 것으로 생각된다.

한편 바바리양의 흉막폐렴 병변 부위으로부터 3회에 걸쳐 추출된 genomic DNA에서는 SEZ와 관련된 3종의 모든 유전자가 증폭되지 않았다. 이것은 병변부위에 존재하는 SEZ으로부터 추출된 유전자량이 PCR 방법으로 검출되기에 충분하지 않았던 것으로 추측된다.

SEZ 감염증은 닭, 양, 개 등을 포함한 매우 다양한 동물의 감염에서 이균이 분리될 수 있으며, 이런 동물들은 사람감염의 잠재적인 보균동물이 될 가능성이 있을 뿐만 아니라 이들과 관련된 축산물로 인한 사람에서 질병감염의 가능성이 상존하고 있다.

따라서 본 증례에서 보고한 SEZ의 *gusA* 유전자와 *sodA*-*seel* multiplex PCR 방법은 가축과 사람의 SEZ 감염증 진단과 역학적 조사에 유용할 것으로 생각된다.

결 롬

광주광역시 우치동물원에서 사육중인 8세의 바바리양이 분만 후 여러 주 동안 식욕부진, 우울, 호흡곤란 등의 전신 쇠약 증상이 관찰되어 장기간 치료를 하였으나 폐사되었다.

부검 소견은 폐엽이 충혈되었고, 섬유소성 흉막염이 배쪽 흉벽 부위에서 관찰되었다. 병리조직학적으로 폐포공간과 세기관지내에 호중구와 대식세포 등의 심한 세포성 침윤과 카타르성 삼출물로 채워진 광범위한 괴사 소견이 특징이었으며, 국소적인 폐포의 충혈성 윤혈과 괴사 그리고 두꺼운 섬유조가 흉막에서 관찰되었으며, 분리된 세균에 대한 생화학시험결과 SEZ로 동정되었다.

SEZ 분리주에 대한 PCR 실험결과 235 bp의 *sodA* 유전자와 340 bp의 *gusA* 유전자가 확인되었지만 *seel* 유전자는 증폭되지 않았다.

참고문헌

- Akineden O, Hassan AA, Alber J, El-Sayed A, Estoepangestie AT, Lämmler C, Weiss R, Siebert U. Phenotypic and genotypic properties of *Streptococcus equi* subsp. *zooepidemicus* isolated from harbor seals (*Phoca vitulina*) from the German North Sea during the phocine distemper outbreak in 2002. *Vet Microbiol* 2005, **110**, 147-152.
- Alber J, El-Sayed A, Lämmler C, Hassan AA, Weiss R, Zschick M. Multiplex polymerase chain reaction for identification and differentiation of *Streptococcus equi* subsp. *zooepidemicus* and *Streptococcus equi* subsp. *equi*. *J Vet Med B Infect Dis Vet Public Health* 2004, **51**, 455-458.
- Artiushin SC, Timoney JF, Sheoran AS, Muthupalani SK. Characterization and immunogenicity of pyrogenic mitogens SePE-H and SePE-I of *Streptococcus equi*. *Microb Pathog* 2002, **32**, 71-85.

4. Barnham M, Cole G, Efstratiou A, Tagg JR, Skjold SA. Characterization of *Streptococcus zooepidemicus* (Lancefield group C) from human and selected animal infections. *Epidemiol Infect* 1987, **98**, 171-182.
5. Barnham M, Ljunggren A, McIntyre M. Human infection with *Streptococcus zooepidemicus* (Lancefield group C): three case reports. *Epidemiol Infect* 1987, **98**, 183-190.
6. Beaud D, Tailliez P, Anba-Mondoloni J. Genetic characterization of the beta-glucuronidase enzyme from a human intestinal bacterium, *Ruminococcus gnavus*. *Microbiology* 2005, **151**, 2323-2330.
7. Biberstein EL, Hirsh DC. Streptococci. In: Hirsh DC, Zee YC. *Veterinary Microbiology*. pp. 120-126. Blackwell Science, Oxford, 1999.
8. Bordes-Bentez A, Sánchez-Oñoro M, Suárez-Bordón P, García-Rojas AJ, Saéz-Nieto JA, González-García A, Alamo-Antúnez I, Sánchez-Maroto A, Bolaños-Rivero M. Outbreak of *Streptococcus equi* subsp. *zooepidemicus* infections on the island of Gran Canaria associated with the consumption of inadequately pasteurized cheese. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis* 2006, **25**, 242-246.
9. Bradley SF, Gordon JJ, Baumgartner DD, Marasco WA, Kauffman CA. Group C streptococcal bacteremia: analysis of 88 cases. *Rev Infect Dis* 1991, **13**, 270-280.
10. Chanter N. Streptococci and enterococci as animal pathogens. *Soc Appl Bacteriol Symp Ser* 1997, **26**, 100S-109S.
11. Collazos J, Echevarria MJ, Ayarza R, de Miguel J. *Streptococcus zooepidemicus* septic arthritis: case report and review of group C streptococcal arthritis. *Clin Infect Dis* 1992, **15**, 744-746.
12. Edwards AT, Roulson M, Ironside MJ. A milk-borne outbreak of serious infection due to *Streptococcus zooepidemicus* (Lancefield group C). *Epidem Infect* 1988, **101**, 43-51.
13. Ferrandiere M, Cattier B, Dequin PF, Hazouard E, Legras A, Perrotin D. Septicemia and meningitis due to *Streptococcus zooepidemicus*. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis* 1998, **17**, 290-291.
14. Garnett NL, Eydelloth RS, Swindle MM, Vonderfecht SL, Strandberg JD, Luzarraga MB. Hemorrhagic streptococcal pneumonia in newly procured research dogs. *J Am Vet Med Assoc* 1982, **181**, 1371-1374.
15. González-Candela M, León-Vizcaíno L, Cubero-Pablo MJ. Population effects of sarcoptic mange in Barbary sheep (*Ammotragus lervia*) from Sierra Espuna Regional Park, Spain. *J Wildl Dis* 2004, **40**, 456-465.
16. Holt JG, Bergey DH. *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*. 9th ed. pp. 532-558. Williams & Wilkins, Baltimore, 1994.
17. Krahulec J, Krahulcová J. Characterization of the new betaglucuronidase from *Streptococcus equi* subsp. *zooepidemicus*. *Appl Microbiol Biotechnol* 2007, **74**, 1016-1022.
18. Latorre M, Alvarez M, Fernández JM, Berdonces P, Llanos A, Cisterna R. A case of meningitis due to "*Streptococcus zooepidemicus*". *Clin Infect Dis* 1993, **17**, 932-933.
19. Laus F, Preziuso S, Spaterna A, BeribF, Tesei B, Cuteri V. Clinical and epidemiological investigation of chronic upper respiratory diseases caused by beta-haemolytic Streptococci in horses. *Comp Immunol Microbiol Infect Dis* 2007, **30**, 247-260.
20. Liang WJ, Wilson KJ, Xie H, Knol J, Suzuki S, Rutherford NG, Henderson PJ, Jefferson RA. The gusBC genes of *Escherichia coli* encode a glucuronide transport system. *J Bacteriol* 2005, **187**, 2377-2385.
21. Miller SA, Dykes DD, Polesky HF. A simple salting out procedure for extracting DNA from human nucleated cells. *Nucleic Acids Res* 1998, **16**, 1215.
22. Poyart C, Quesne G, Coulon S, Berche P, Trieu-Cuot P. Identification of streptococci to species level by sequencing the gene encoding the manganese-dependent superoxide dismutase. *J Clin Microbiol* 1988, **36**, 41-47.
23. Quinn PJ, Carter ME, Markey BK, Carter GR. *Clinical Veterinary Microbiology*. pp. 129-130. Mosby, Philadelphia, 1999.
24. Rose HD, Allen JR, Witte G. *Streptococcus zooepidemicus* (group C) pneumonia in a human. *J Clin Microbiol* 1980, **11**, 76-78.
25. Soedarmanto I, Pasaribu FH, Wibawan IW, Lmmler C. Identification and molecular characterization of serological group C streptococci isolated from diseased pigs and monkeys in Indonesia. *J Clin Microbiol* 1996, **34**, 2201-2204.
26. Swenson M, Lmmler C, Siebert U. Identification and molecular characterization of beta-hemolytic streptococci isolated from harbor porpoises (*Phocoena phocoena*) of the North and Baltic Seas. *J Clin Microbiol* 1998, **36**, 1902-1906.

27. Timoney JF. The Streptococci. In: Gyles CL, Thoen CO (eds.). Pathogenesis of bacterial infections in animals. pp. 12-13, Iowa State University Press, Ames, 1987.
28. Timoney JF, Gillespie JH, Scott FW, Barlough JE. The genus Streptococcus. In: Hagan and Bruner's Microbiology and Infectious Disease of Domestic Animals. 8th ed. pp. 181-187, Comstock Publishing, Ithaca, 1988.
29. Timoney JF. The pathogenic equine streptococci. Vet Res 2004, **35**, 397-409.
30. Ural O, Tuncer I, Dikici N, Aridogan B. *Streptococcus zooepidemicus* meningitis and bacteraemia. Scand J Infect Dis 2003, **35**, 206-207.
31. Yoshikawa H, Yasu T, Ueki H, Oyamada T, Oishi H, Anzai T, Oikawa M, Yoshikawa T. Pneumonia in horses induced by intrapulmonary inoculation of *Streptococcus equi* subsp. *zooepidemicus*. J Vet Med Sci 2003, **65**, 787-792.
32. Yuen KY, Seto WH, Choi CH, Ng W, Ho SW, Chau PY. *Streptococcus zooepidemicus* (Lancefield group C) septicaemia in Hong Kong. J Infect 1990, **21**, 241-250.