

돼지 폐렴병소에서 분리한 *Actinobacillus pleuropneumoniae*의 특성에 관한 연구

정병열 · 조길재* · 김봉환* · 조광현*

수의과학연구소
경북대학교 수의과대학*
(1995년 11월 24일 접수)

Biochemical characteristics and serotypes of *Actinobacillus pleuropneumoniae* isolated from pneumonic lungs of pigs

Byeong-yeal Jung, Gil-jae Cho*, Bong-hwan Kim*, Kwang-hyun Cho*

Veterinary Research Institute, Anyang, Korea
College of Veterinary Medicine, Kyungpook National University*

(Received Nov 24, 1995)

Abstract : The present study was conducted to investigate the biochemical and serologic characteristics of *Actinobacillus pleuropneumoniae* isolated from pneumonic lungs of pigs during the period from January 1992 to April 1993.

A *pleuropneumoniae* was isolated from 17(27.0%) of 63 growing pigs with respiratory signs and 21(6.4%) of 330 pneumonic lungs of slaughtered pigs.

The seasonal isolation frequency of *A pleuropneumoniae* was higher in winter and spring than that in summer or fall.

The biochemical and cultural properties of *A pleuropneumoniae* isolated from the pneumonic lungs of pigs were identical to those of the reference strains used.

The isolates were highly susceptible to ampicillin, cephalothin, ceftiofur, ciprofloxacin(MIC : $\leq 0.39 \mu\text{g/ml}$) and moderately susceptible to amikacin, chloramphenicol, erythromycin, kanamycin, methicillin, penicillin-G, streptomycin(MIC : 0.78~25IU or $\mu\text{g/ml}$), respectively. Sulfadimethoxine, sulfamerazine, tylosine showed no response to the isolates(MIC : $\geq 100 \mu\text{g/ml}$).

Among the 38 isolates, 21(55.3%) and 13(34.2%) were resistant to oxytetracycline and lincomycin, respectively(MIC : $\geq 50\text{IU}$ or $\mu\text{g/ml}$).

The majority of 38 *A pleuropneumoniae* isolates were turned out as serotype 2(47.4%) or serotype 5(44.7%) and the remaining 3 isolates were evenly classified to serotype 7, 10 or 12.

It was noted *A pleuropneumoniae* serotype 5 isolates were more resistant to oxytetracycline than serotype 2 isolates.

Key words : *Actinobacillus pleuropneumoniae*, serotype, antibiotics susceptibility.

서 론

돼지 흉막폐렴의 원인체는 과거 *Haemophilus para-haemolyticus*¹, *Haemophilus pleuropneumoniae*²라 명명되었으나 Pohl³은 DNA 동질성에 근거하여 돼지 흉막폐렴의 원인체를 *Actinobacillus pleuropneumoniae*로 개명하였으며 최근 이 주장이 널리 받아들여지고 있다. 돼지 흉막폐렴은 현재 전세계적으로 발생보고가 있으며 국내에서도 1970년대 말부터 발생하고 있음이 확인되었다^{4,5}. *A. pleuropneumoniae*는 호흡기에 친화성이 강한 1차 병원체로써 주로 밀사에 의한 직접 접촉에 의해 전파되며, 주감염원은 건강보균돈 또는 만성감염돈이다. 특히 *A. pleuropneumoniae*는 Swine influenza virus, Aujeszky's disease virus, *Mycoplasma hyopneumoniae* 등에 이은 2차 감염균이 될 수 있으므로 우리나라의 경우처럼 전돈군에 유행성 폐렴이 만연하고 있는 경우 본 질병으로 인한 피해는 엄청날 것이라고 추정된다^{6,7}.

현재까지 *A. pleuropneumoniae*의 병원성 인자라고 지목된 것은 헤파다당류, 지다당류, 용혈소, 세포독소, IgA protease, 균체외막 단백질 등이 있으며 Frey와 Nicollet⁸은 용혈성과 작용양식에 따라 용혈소 I과 용혈소 II를 보고하였으며, 용혈소 I 산생주는 강독주으로써 심한 흉막폐렴돈에서 빈번히 분리되며, 혈청형 1, 5, 9, 10, 11은 강한 용혈소를 산생하는 반면 혈청형 2, 3, 4, 6, 7, 8, 12는 약한 용혈소를 산생하는데 이는 독력의 차이와 관련있다고 보고하였다. 혈청형의 분류는 균체 헤파막에 있는 다당류에 의하며 현재까지 12종의 혈청형이 알려져 있고⁹, 국내에서 분리 보고된 것은 혈청형 2, 3, 4, 5, 7이 있다^{10,11}.

*A. pleuropneumoniae*에 의한 흉막폐렴은 아주 강력한 방제책을 강구하지 않는 한 병원균이 상재화하여 계속적으로 폐렴을 유발하나 흉막폐렴의 발생상황이나 우리나라에서 유행하는 혈청형조차 부분적으로 알려져 있기 때문에 효과적인 예방을 기대하기는 어려운 실정이다. 따라서 본 연구는 현재 우리나라에서 크게 문제시되고 있는 돼지 흉막폐렴의 효과적인 방제를 위한 자료를 마련할 목적으로 흉막폐렴 발생상황의 파악, 본 균의 생물화학적 특성 및 항균제 감수성, 혈청형 동정 등을 실시하였다.

재료 및 방법

공시동물 : 1992년 1월부터 1993년 4월 사이에 13

개 양돈장으로부터 의뢰된 50~150일령 호흡기 환돈 63두와 1992년 12월부터 1993년 4월 사이에 육안적인 폐렴병변을 가진 도축돈 330두 등, 총 393두의 돼지 폐를 시험재료로 사용하였다.

***A. pleuropneumoniae*의 분리** : 무균적으로 폐병변을 면양혈액천천배지에 접종한 후 *Staphylococcus aureus* Cowan I을 희석도말하여 37°C, 5~10% CO₂ 조건하에서 24~48시간 배양한 뒤, 위성현상, 용혈성양상, 그람염색성 및 균형태, 요소분해시험 등을 통해 1차적으로 *A. pleuropneumoniae*로 추정되는 균을 분리한 뒤 0.1%(w/v) β -nicotinicamide adenine dinucleotide(NAD, Sigma)를 여과멸균하여 혼합한 tryptic soy agar(Difco)배지에 5일간격으로 계대, 냉장보존하면서 각종 시험에 공시하였다.

공시균주 : 공시한 가검물로부터 분리 동정한 38주와 Dr. R. Nielsen(National Veterinary Laboratory, Denmark)으로부터 분양받은 표준균주 12주를 각종 생화학적 성상시험, 항균제 감수성 시험, 혈청형 동정에 공시하였다.

생화학적 성상시험 : *A. pleuropneumoniae*를 동정하기 위한 생화학적 성상시험은 용혈성 양상, TSA 및 면양혈액천천배지에서 위성현상, catalase시험, CAMP시험, ONPG시험, 질산염 환원시험, 운동성시험, 요소분해시험, indole시험, 황화수소 생성시험, 당분해시험 등을 실시하였다^{12,13}.

항균제 감수성시험 : 18종 항균제의 *A. pleuropneumoniae*에 대한 최저 발육억제농도 조사는 평판희석법^{14,15}으로 측정하였으며, ceftiofur(Ujjohn)을 제외한 모든 항균제는 Sigma제제를 사용하였다.

***A. pleuropneumoniae*의 혈청형 동정** : *A. pleuropneumoniae*의 각 혈청형에 대한 가토면역혈청은 Gunnarsson et al¹⁶, Mittal et al¹⁷의 방법에 준하여 제조하였으며 coagglutination test¹⁸로 혈청형을 동정하였다. 교차응집이 일어나는 혈청형에 대해서는 Mittal et al¹⁹에 따라 흡수혈청을 만든 후 coagglutination reagent를 제작하였다.

결 과

Table 1에 나타난 바와 같이 13개 양돈장에서 호흡기 증상을 보인 50~150일령 돼지 63두에서 *A. pleuropneumoniae*를 분리한 결과 농장별 분리율은 7개 농장에서 분리되어 53.8%이었고, 개체별 분리율은 17두가 분리되어 27.0%를 보였으며, 육안적인 폐렴병변을 가진 도축돈 330두중 *A. pleuropneumoniae*가 21두에서 분리되어 6.4%의 분리율을 나타냈다.

따라서 공시된 돼지 393두에서 *A pleuropneumoniae*는 38두에서 분리되어 전체적인 균 분리율은 9.7%로 나타났다.

Table 1. The frequency of isolation of *Actinobacillus pleuropneumoniae* from growing pigs with respiratory signs and pneumonic lungs of slaughtered pigs

Source	No. of pig	No of <i>A pleuropneumoniae</i> isolated(%)
Farm	63	17(27.0)
Abattoir	330	21(6.4)
Total	393	38(9.7)

개체별 분리율은 봄에 57.1%, 겨울에 33.3%, 가을에 12.5%로서 겨울~봄사이에 분리율이 높았다 (Table 2).

Table 2. Seasonal distribution in isolation frequency of *Actinobacillus pleuropneumoniae* from 63 pigs with respiratory signs

Season	No. of lungs	No. of <i>A pleuropneumoniae</i> isolated(%)
Spring	14	8(57.1)
Summer	23	2(8.7)
Fall	8	1(12.5)
Winter	18	6(33.3)
Total	63	17(27.0)

혼합감염에는 *A pleuropneumoniae*가 분리된 38두의 폐병변에서 *A pleuropneumoniae*와 *Pasteurella multocida*의 혼합감염이 12두(31.6%)를 차지하였고, *A pleuropneumoniae*, *P multocida*, *Streptococcus suis*의 혼합감염도 1두에서 나타났다.

분리한 38주와 표준균주 12주에 대한 생물화학적 성장과 당분해능은 Table 3에 있는 바와 같다.

분리균 38주를 대상으로 항균제 최저 발육억제농도를 조사한 결과, 모든 분리균이 APC, CF, CE, CIP에 대해서는 고도의 감수성(최저 발육억제농도: 0.39 μ g/ml이하)을 보였으며, AK, CP, EM, KM, MC, PCG, SM의 최저발육억제농도는 0.78~25IU or μ g/ml로 중등도의 감수성을 보였으며, SDM, SMZ, TS에 대해서는 모든 균주가 강한 내성을 나타내었다(최저 발육억제농도: 100 μ g/ml이상)(Table 4).

Coagglutination test에 의한 분리균의 혈청형동정 시험결과 Table 5에 있는 바와 같이 공시균 38주중 혈청형 2가 18주(47.4%)로 가장 많았고, 혈청형 5가

Table 3. Biochemical properties of 38 isolates of *Actinobacillus pleuropneumoniae*.

Properties	No. of positive isolates(%)	No. of positive reference strains(%)
Hemolysis(sheep blood)	38(100)	12(100)
Satellitism in TSA	38(100)	12(100)
Satellitism in blood agar	38(100)	12(100)
CAMP	38(100)	12(100)
ONPG	38(100)	12(100)
Catalase	12(31.6)	2(16.6)
Indole production	0(0)	0(0)
Urease production	38(100)	12(100)
H ₂ S production	38(100)	12(100)
Nitrate reduction	38(100)	11(91.7)
Motility	0(0)	0(0)
Glucose, gas	0(0)	0(0)
Fermentation of		
Fructose	38(100)	12(100)
Glucose	38(100)	12(100)
Inositol	3(7.9)	0(0)
Inulin	1(2.6)	0(0)
Lactose	23(60.5)	4(33)
Maltose	36(94.7)	12(100)
Mannitol	38(100)	12(100)
Raffinose	14(36.8)	5(41.7)
Sorbitol	15(39.5)	1(8.3)
Sucrose	37(97.4)	12(100)
Trehalose	0(0)	0(0)
Xylose	38(100)	12(100)

17주(44.7%)로 나타났으며 혈청형 7, 10, 12가 각각 1주(2.6%)씩 나타났다.

항균제에 대해 내성을 획득한 균주의 혈청형을 조사한 결과 oxytetracycline에 내성을 획득한 21주중 혈청형 5가 16주, 혈청형 2가 2주, 혈청형 7, 10, 12주가 각각 1주씩 출현했고 lincomycin에 내성인 13주 중에는 혈청형 5가 12주, 혈청형 10이 1주로 나타났다(Table 6).

고 찰

*A pleuropneumoniae*는 돼지 흉막폐렴의 원인체로서 출혈성 섬유소성 괴사성 흉막폐렴을 특징으로 하며 급성 발병시 치사율과 이병율이 50%를 넘을 뿐 아니라 만성형으로 인한 사료효율의 저하와 투약비용 등 현재 양돈가에게 큰 경제적 손실을 미치고 있으며, 거의 전세계적으로 발생보고가 있다^{12,13}. 13개 양돈장에서 호흡기 환돈 63두에서 균분리를 시도한 바 개

Table 4. Susceptibility of 38 isolates of *Actinobacillus pleuropneumoniae* to antimicrobial agents

Antimicrobial agents	No. of isolated with indicated MIC($\mu\text{g/ml}$)											
	≤ 0.1	0.2	0.39	0.78	1.56	3.13	6.25	12.5	25	50	100	>100
AK							2	18	18			
APC	5	6	21	5				1				
CF	38											
CE		6	26	5	1							
CIP	38											
CP		1	10	26				1				
EM					7	31						
KM						2	28	6	2			
LM*							2	1	22	13		
MC							2	11	24			
OTC					10	4		3		13	8	
OM							1		3	10	24	
PCG*			6	24	7			1				
SP									2	14	16	6
SM						2	4	29	1			2
SDM												38
SMZ											8	30
TS												38

*Unit per milliliter(IU/ml)

AK : amikacin, APC : ampicillin, CF : ceftiofur, CE : cephalothin, CIP : ciprofloxacin, CP : chloramphenicol, EM : erythromycin, KM : kanamycin, LM : lincomycin, MC : methicillin, OTC : oxytetracycline, OM : oleandomycin, PCG : penicillin-G, SP : spiramycin, SM : streptomycin, SDM : sulfadimethoxine, SMZ : sulfamerazine, TS : tyrosine.

Table 5. Serotypes of 38 isolates of *Actinobacillus pleuropneumoniae*

Source	No. of <i>A. pleuropneumoniae</i> isolated	Serotype				
		2	5	7	10	12
Diseased pigs	17	9	7	1	0	0
Slaughtered pigs	21	9	10	0	1	1
Total	38	18	17	1	1	1
(%)		(47.4)	(44.7)	(2.6)	(2.6)	(2.6)

Table 6. Relationship between serotypes and antimicrobial susceptibility of *Actinobacillus pleuropneumoniae* isolates

Antimicrobial agents*	No. of resistant isolates(%)	Serotype				
		2	5	7	10	12
OTC	21(55.3)	2	16	1	1	1
LM	13(34.2)	0	12	0	1	0
SM	2(5.3)	0	0	1	0	1
MC	1(2.6)	0	0	1	0	0

*OTC : oxytetracycline, LM : lincomycin, SM : streptomycin, MC : methicillin.

체별 분리율은 27.0%이고, 농장별 분리율은 53.8%이었으며, 계절별 발병상황은 Sanford²²의 주장처럼 여름철보다 겨울~봄에 높았다. 육안적인 폐렴병변을 가진 도축돈 330두에서는 6.4%의 분리율을 보였는데 이는 만성홍막폐렴에서는 균분리율이 저조하다는 Gilbride²³의 성적과 유사하였다.

홍막폐렴의 발병에 있어서 다른 세균 및 virus,

mycoplasma의 역할에 대해서는 아직 확실하게 정립되어 있지는 않으나 *Pasteurella multocida*와의 협력작용이 보고된 바 있으며²⁴ 본 실험에서도 *A. pleuropneumoniae*가 분리된 38두중 12두(31.6%)에서 *P. multocida* type A의 혼합감염을 확인했다.

분리주의 생화학적 성장검사 결과 면양혈액한천 배지에서 위성현상이 나타났고, TSA 배지에서도 위

성현상이 나타났다. CAMP시험, ONPG시험, 요소 분해시험, 황화수소 생성시험, 질산염 환원시험 등은 모두 양성을 나타낸 반면 운동성시험, glucose에서의 가스생성시험, indole 생성시험 등은 모두 음성을 나타내었다.

당분해시험 결과 fructose, glucose, maltose, manitol, sucrose, xylose에서 분리균 90% 이상이 양성이었고, inositol, inulin, sucrose, trehalose에서는 분리균 90% 이상이 음성을 나타내어 Biberstein et al¹⁵의 보고와 일치하였다.

분리균주에 대한 항균제 최저 발육억제농도를 조사한 결과 고도의 감수성(최저 발육억제농도: 0.39 $\mu\text{g/ml}$ 이하)을 나타낸 항균제는 ampicillin, cephalothin, ceftiofur, ciprofloxacin 등이며, 최저 발육억제농도가 0.78~25IU or $\mu\text{g/ml}$ 로 중등도 감수성을 나타낸 것은 amikacin, chloramphenicol, erythromycin, kanamycin, methicillin, penicillin-G, streptomycin 등이다. 한편 sulfadimethoxine, sulfadimerazine, tyrosine 등에 대해서는 분리균주 모두가 최저 발육억제농도 100 $\mu\text{g/ml}$ 이상으로 강한 저항성을 보였다. Coagglutination test로 분리균 38주의 혈청형 동정결과 혈청형 2가 18주(47.4%), 혈청형 5가 17주(44.7%)로 전체의 92.1%가 여기에 속했으며, 그의 혈청형 7, 10, 12가 각각 1주(2.6%)씩 나타났다. 이는 현재까지 국내에서 분리보고된 혈청형 2, 3, 4, 5, 7이외에 혈청형 10, 12도 존재하고 있음을 처음 확인한 결과이다.

항균제 내성을 획득한 균주의 혈청형을 조사한 결과 oxytetracycline에 내성을 획득한 12주 중에는 혈청형 5가 16주, 혈청형 2가 2주, 혈청형 7, 10, 12가 각각 1주씩 분포하였으며, lincomycin에 내성을 획득한 13주 중에는 혈청형 5가 12주, 혈청형 10이 1주 분포하였다. 따라서 혈청형 5로 동정된 17주 중 16주(94.1%)가 oxytetracycline에 내성이었고, 혈청형 2로 동정된 18주 중 2주만이 oxytetracycline에 내성이었다. 이는 혈청형 분포에 따라 약제감소성 정도가 다름을 의미하며 혈청형 5가 혈청형 2보다 약제에 대한 저항성 획득이 많다는 Inoue et al¹⁶의 보고와 유사하였다. 따라서 야외에서는 항균제 내성을 획득한 균주의 보고가 많으므로 정기적인 약제감수성 시험을 실시하여 약제를 선택하는 것이 좋으며 Sidoli et al¹⁷은 여러 조건을 고려하여 *A. pleuropneumoniae*의 1차 선택 약제로 penicillin을 추천하였으며, 대규모의 양돈단지에서는 erythromycin 또는 streptomycin을 특히 mycoplasma와 병발할 때는 tiamulin을 추천하였다.

이상에서 본바와 같이 *A. pleuropneumoniae*에 의한

돼지 흉막폐렴은 거의 전 돈군에 침입하여 국내 양돈사양가들에게 고질적인 호흡기질병으로 고려되고 있다. 따라서 돼지 흉막폐렴의 효율적인 근절대책을 확립하기 위하여 혈청형 분포에 따른 병원성 시험 및 면역형성 정도 그리고 현행 시판되고 있는 백신의 예방효과 등에 대한 더 많은 연구가 필요한 것으로 생각된다.

결 론

1992년 1월부터 1993년 4월 사이에 13개 양돈장에서 50~150일령 호흡기 환돈 63두와 1992년 12월부터 1993년 4월 사이에 육안적인 폐렴병변을 가진 도축돈 330두 등, 총 393두의 폐에서 *A. pleuropneumoniae*의 분리를 시도하고 분리균의 계절별 분리율 및 생물화학적 특성, 약제감수성 그리고 혈청형 동정 등을 조사하였다.

1. 호흡기 증상을 나타낸 돼지 63두 중 17두(27.0%)에서 *A. pleuropneumoniae*가 분리되었으며, 육안적인 폐렴병변을 가진 도축돈 330두에서는 21두(6.4%)가 분리되었다.

2. 계절별 분리율은 겨울과 봄이 각각 33.3%, 57.1%로 높았고 여름, 가을은 8.7%와 12.5%로 상대적으로 낮았다.

3. 분리균에 대한 약제감수성 시험결과 ampicillin, cephalothin, ciprofloxacin, ceftiofur에서는 고도의 감수성을 나타내었고, amikacin, chloramphenicol, erythromycin, kanamycin, methicillin, penicillin-G 등에는 중등도의 감수성이었으며, sulfadimethoxine, sulfamerazine, tyrosine에는 내성을 나타내었다.

4. 분리균 38주에 대한 혈청형 동정결과, 혈청형 2와 5가 각각 47.4%, 44.7%로 분리균주의 대다수를 차지했으며, 혈청형 7, 10, 12가 2.6%씩 나타났다.

5. 분리균 38주 중 oxytetracycline에 21주, lincomycin에 13주가 내성을 획득하였으며, 이들 내성주의 혈청형을 조사한 결과, 혈청형 5로 동정된 17주 중 16주(94.1%)가 oxytetracycline에 내성이었으며, 12주(70.6%)가 lincomycin에 내성이었다.

참 고 문 헌

- Olander HJ, A septicemic disease of swine and its causative agent *Haemophilus paraahaemolyticus*. Ph. D. Thesis, University of California, Davis, 1963.
- Shope RE. Porcine contagious pleuropneumoniae, ex-

- perimental transmission, etiology and pathology. *J Exp Med* 1964; 119: 357~368.
3. Pohl S, Bertshinger HU, Frederiksen W, et al. Transfer of *Haemophilus pleuropneumoniae* and the *Pasteurella haemolytica*-like organism causing porcine necrotic pleuropneumonia to the genus *Actinobacillus* (*A pleuropneumoniae* comb. nov.) on the basis of phenotypic and deoxyribonucleic acid relatedness. *Int J Syst Bacteriol* 1983; 33: 510~514.
 4. 마점술, 전윤성, 양돈단지의 증식을 저하에 대한 병인학적 연구, 3. 미생물학적 시험, 서울대학교 수의대 논문집, 1973; 4: 93.
 5. Sebunya TNK, Saunders JR. *Haemophilus pleuropneumoniae* infection in swine. *JAVMA* 1983; 182: 1331~1337.
 6. Veary CM. *Haemophilus pleuropneumoniae* in pigs. *J S Afr Vet* 1989; 60: 56~61.
 7. Stevenson GW. Bacterial contributors to porcine respiratory disease complex(PRDC). *Proc AASP* 1993; 351~366.
 8. Frey J, Nicolet J. Hemolysin patterns of *Actinobacillus pleuropneumoniae*. *J Clin Microbiol* 1990; 28: 232~236.
 9. Schultz RA. *Haemophilus pleuropneumoniae*: prevalence, serotype and serology. *Comendium Food Animal* 1989; 11: 365~375.
 10. Komal JPS, Mittal KR. Grouping of *Actinobacillus pleuropneumoniae* strains of serotypes 1 through 12 on the basis of their virulence in mice. *Vet Microbiol* 1990; 25: 229~240.
 11. Park JM, Kin JY, Byeon JO, et al. The isolation and identification of *Haemophilus pleuropneumoniae* in pigs. *Res Rep RDA(L&V)* 1985; 27: 45~52.
 12. Yea JG. Serotyping and detection of *Haemophilus pleuropneumoniae* by coagglutination in Korea. *Proc 11th IPVS* 1990; 33.
 13. Biberstein EL, Gunnarsson A, Hurvell B. Cultural and biochemical criteria for the identification of *Haemophilus* spp from Swine. *Am J Vet Res* 1977; 38: 7~10.
 14. Cowan ST. Manual of the identification of medical bacteria. *Cambridge Univ Press* 1974.
 15. Ishiyama S, Ueda Y, Kuwabara S, et al. On the standardization of the method for determination of minimum inhibitory concentration. *Chemotherapy* (Tokyo) 1968; 16: 98~99.
 16. Sahn DF, Washington JA. Antibacterial susceptibility tests: Dilution methods. *Manual Clin Microbiol*. 5ed: 1105~1116.
 17. Gunnarsson A, Biberstein EL, Hurvell B. Serologic studies on porcine strains of *Haemophilus pleuropneumoniae*: agglutination reactions. *Am J Vet Res* 1977; 38: 1111~1114.
 18. Mittal KR, Higgins R, Lariviere S. *Actinobacillus*(*Haemophilus*) *pleuropneumoniae* serotype 8 isolates and their antigenic relationships with other *A pleuropneumoniae* serotypes. *Am J Vet Res* 1989; 50: 259~262.
 19. Mittal KR, Higgins R, Lariviere S. Identification and serotyping of *Haemophilus pleuropneumoniae* by coagglutination test. *J Clin Microbiol* 1983; 18: 1351~1354.
 20. Mittal KR, Higgins R, Lariviere. Evaluation of slide agglutination and ring precipitation tests for capsular serotyping of *Haemophilus pleuropneumoniae*. *J Clin Microbiol* 1982; 15: 1019~1023.
 21. Mittal KR, Higgins R, Lariviere S, et al. Serological characterization of *Actinobacillus pleuropneumoniae* strains isolated from pigs in the Quebec. *Vet Microbiol* 1992; 32: 135~148.
 22. Sanford SE, Josephson GKA. Porcine *Haemophilus pleuropneumonia* epizootic in southwestern Ontario: clinical, microbiological, pathological and some epidemiological findings. *Can J Comp Med* 1981; 45: 2~7.
 23. Gilbride KA, Rosendal S. Evaluation of a selective medium for isolation of *Haemophilus pleuropneumoniae*. *Can J Comp Med* 1983; 47: 445~450.
 24. Lewis DH, Schwartz WL. *Haemophilus pleuropneumoniae* in swine. *Compendium Food Animal* 1987; 9(1): F7~F12.
 25. Biberstein EL, Gunnarsson A, Hurvell B. Cultural and biochemical criteria for the identification of *Haemophilus* spp from swine. *Am J Vet Res* 1977; 38: 7~10.
 26. Inoue A, Yamamoto K, Hirano N, et al. Drug susceptibility of *Haemophilus pleuropneumoniae* strains isolated from pigs. *Jpn J Vet Sci* 1984; 46: 175~180.
 27. Sidoli L, Barigazzi G, Schianchi P, et al. Minimum inhibitory concentrations of antibacterial agents against strains of *Haemophilus pleuropneumoniae* from swine. *Vet Med* 1984; 703~705.