

경북지방 돼지에서 이유후전신성소모성증후군 및 *pocine circovirus* type 2의 감염 양상

김영환¹, 조광현, 김성국, 김순태, 박인화, 손재권, 정종식

경상북도가축위생시험소
(접수 2004. 4. 7, 게재승인 2004. 5. 23)

The distribution of post-weaning multisystemic wasting syndrome and *pocine circovirus* type 2 infection from pigs in Gyeongbuk province

Young-Hoan Kim, Kwang-Hyun Cho, Sung-Kuk Kim, Soon-Tae Kim,
In-Hwa Park, Jae-Kweon Son, Jong-Sik Jyeong

Gyeongbuk Veterinary Service Laboratory, Daegu, 702-210, Korea
(Received 7 April 2004, accepted in revised form 23 May 2004)

Abstract

This study was carried out to investigate the prevalence of *pocine circovirus* type 2(PCV2) infection and post-weaning multisystemic wasting syndrome(PMWS) of swine in Gyeongbuk province from June to December in 2003. Gyeongbuk Veterinary Service Laboratory had tested PCV1 and PCV2 by the PCR method against 210 infected pigs of 105 farms, which were requested diagnosis of disease and investigate compositive infections with bacterial disease. The following results were obtained ;

1. Among 210 pigs, The pigs infected with PCV1 were 134(63.8%) heads and with PCV2 were 143(68.1%) heads.
2. Using PCR, the rate of PCV1 infection of 105 farms which were requested of diagnosis of disease is positive in 75(71.4%) farms and 78(74.3%) farms were positive in PCV2, and compositive infections of PCV1 and PCV2 were 75(71.4%) farms.
3. According to age of requested pig, the frequency of PCV infection rate was following, the pig under 4 weeks of age were 28.6% in PCV1 and PCV2, respectively, and the pig of 4-7 weeks of age were 58.6% in PCV1 and PCV2, respectively. The pig of 8-11 weeks of

¹Corresponding author

Phone : +82-53-326-0013, Fax : +82-53-326-0014

E-mail : younghoan@hanmail.net

age were 73.1% in PCV1 and 74.6% in PCV2, the pig of 12-18 weeks of age were 80.9% in PCV1 and 88.1% in PCV2.

4. In the distribution of compositive infection with bacterial disease related to PCV2 among requested samples, PCV2 infection was 39.7% in 78 cases, two kinds of compositive infection was 38.5%, three kinds of compositive infection was 18.1% and four kinds of complex infection was 3.9%.

Key words : Pigs, PCV2, PMWS

서 론

돼지의 호흡기 및 소화기 질병은 양돈의 경쟁력 제고 측면에서 매우 중요하게 다루어지고 있으며 이유 전후에 발생하는 각종 질병은 사료효율 감소, 성장지연 등 많은 경제적 손실을 야기한다. 특히, 돼지에서 발생하는 호흡기 질병은 일령별로 다르게 나타날 수 있으며 부적합한 사육 환경(온도, 습도, 환기 등), 관리소홀, 세균 및 바이러스성 질병 등 원인이 다양하고 복잡하여 치료 및 예방에 어려움이 따른다.

이유후전신성소모성증후군(post-weaning multisystemic wasting syndrome, PMWS)은 1997년 최초로 보고된 질병으로서 1991년 캐나다에서 처음 알려졌으며 이 질병은 체중감소, 황달, 호흡기 질환 등의 복합적인 임상증상과 함께 전신적인 림프선의 종대, 간염, 신염, 폐렴의 병변이 나타난다. 이와 같이 복합적인 증상과 병변이 나타나는 PMWS는 다양한 폐사율을 나타내며 전 세계적으로 확인되면서 양돈산업에서 반드시 해결해야 하는 문제로 대두되었다.

PMWS의 원인체로 알려진 porcine circovirus type 2(PCV2)는 PK-15 세포주에 오염되어 병원성을 나타내지 않는 PCV1과는 염기서열 등에서 상당한 차이가 있는 것으로 확인되었다. PCV2 감염은 유산, 사산, 태아 미이라화와 관련이 있는 것으로 보고되고 있으며, 어린 돼지의 호흡기 질병, 육성·비육돈의 호흡기 질병 복합체(porcine respiratory disease complex, PRDC), 모돈 유사산 증후군(sow abortion mortality syndrome, SAMS) 등과도 관련이 있는 것으로 여러 학자들은 주장하고 있으며 피사성 혈관염과 사구체염 등의 병변을 나

타내는 돼지피부염신증증후군(porcine dermatitis and nephropathy syndrome, PDNS)도 PCV2 감염과 밀접한 관련이 있는 것으로 알려져 있지만 PMWS와 다르게 PDNS는 실험적으로 발현되지 않는 등 PCV2와 PDNS 사이의 일반적 관계는 아직 확립되지 않아 논란의 여지가 있다.

PCV2 virion은 Circoviridae의 다른 바이러스들처럼 매우 안정된 상태로 가열이나 건조, 높은 습도, 일반적인 소독제 등은 이 바이러스의 감염성에 최소한의 영향을 미치므로 분만사의 각종 시설, 모돈의 체표 등에는 이 바이러스가 생존하여 지속적인 감염원으로 작용하여 자돈을 감염시킬 가능성이 크다. 특히, 어린 돼지가 이 바이러스에 노출되는 주된 경로는 구·비강을 통한 직접 접촉으로 알려져 있으므로 이 질병의 차단을 위해서는 이 바이러스에 노출되는 것을 차단하는 것이 가장 효과적 방법이다. 그러므로 PMWS를 예방하기 위해서는 울인/울아웃을 실시하고, 분뇨조를 포함한 모든 곳의 세척소독을 철저히 해야함은 물론 사육밀도, 환기, 적절한 백신프로그램의 실시 등이 병행되고 환돈은 즉각적으로 제거하거나 격리해야 하며 분만사에서의 모돈의 위생관리와 자돈의 초유 급여 등에 많은 관심을 가져야 한다.

PCV2는 실질 장기세포(간세포, 신세뇨관 상피, 세기관지 상피, 췌장, 심근)에 다양하게 감염되므로 감염을 확인하기 위해서는 특이 단클론 항체를 이용한 immunohistochemistry(IHC) 기법, 특이 probe로 분류하는 *in-situ* hybridization(ISH) 기법, 중합효소연쇄반응(polymerase chain reaction, PCR)을 이용한 항원의 증명 등이 있다. 이 중 PCR assay는 임상증상을

나타내는 야외 돼지의 다양한 조직을 이용한 직접적인 virus의 검출에 유용하다. 국내에서도 각종 면역억제에 관여하는 바이러스 및 세균과 PCV2의 상관관계에 대한 연구가 활발하게 이루어지고 있으며 PCV2가 소화기 관련 질병이 유행할 때는 수평적 전파 가능성이 있는 것으로 알려져 있다. 그러나 분변내 PCV2의 역할, 바이러스의 양, 전염력 등에 대한 결과는 논란의 여지가 있는 부분이 있으므로 향후 지속적인 연구가 필요할 것으로 판단된다.

장기적인 불황의 여파로 양돈산업이 침체의 늪에 빠지면서 이유자돈 구간의 사양 및 환경관리가 소홀해지고 그 구간의 질병이 더욱 기승을 부리면서 PMWS는 양돈장의 생산성 및 경쟁력을 저하시키는 중요한 요인으로 자리 잡았다. 따라서 본 실험에서는 경북지방의 양돈장에서 의뢰된 가검물에서 PMWS의 발생에 중요한 역할을 하는 PCV2의 감염과 호흡기 및 소화기 질병의 복합감염 등의 발생추이를 파악하여 예방대책을 제시하고자 PCR법에 의한 조사를 실시하였다.

재료 및 방법

1. 가검재료

본 실험에서는 2003년 6월부터 12월까지 경상북도가축위생시험소에 병성감정 의뢰된 105호의 돼지가검물 210두에 대하여 PCV1, PCV2에 대한 검사를 PCR법에 의하여 실시하였으며

병성감정 결과, 세균과의 복합감염은 5% 면양 혈액첨가배지 및 chocolate 배지, MacConkey 배지 등을 이용하여 혐기 및 호기배양을 실시하여 호흡기 및 소화기 질병 의심균에 대한 생화학적 성상을 조사 하였다.

2. PCR Assay

가. Primer 제작

PCV1과 PCV2 gene는 Genbank의 유전자정보를 이용하였으며 편도 및 서혜림프절에서 DNAzol을 이용하여 제조사의 추출법에 따라 DNA를 추출하였다. 추출된 DNA의 증폭부위는 Table 1, Fig 1과 같다.

나. 반응조건

PCR 반응조건은 95°C 5분 반응 후, 94°C 2분, 90°C 42초, 72°C 3분을 진행시켰고 94°C 90

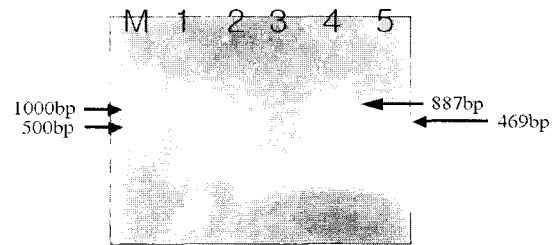


Fig 1. Application of the Southern analysis for PCR-amplified products in PCV isolated from tonsil and inguinal lymph nodes. M: 1kb DNA ladder, lane 1-5 : field isolates lane 1,4 : PCV1, lane 2,5 : PCV2

Table 1. Nucleotide sequences of PCR primers for the amplification of PCV1 and PCV2

Virus	Primer	Nucleotide sequence	Products size
PCV1	forward	5'- ACCAGCGCACTTCGGCAG - 3'	887bp
	reverse	5'- TAATCCTCCGATAGAGAGC - 3'	
PCV2	forward	5'- TGAGTACCTTGTTGGAGAGC - 3'	469bp
	reverse	5'- TAATCCTCCGATAGAGAGC - 3'	

Table 2. Detection of PCV in tonsil and inguinal lymph nodes of tested pigs by PCR

Type	No of tested	No of positive samples	Frequency(%)
PCV1	210	134	63.8
PCV2	210	143	68.1

Table 3. Prevalence of PCV infection in swine farms in Gyeongbuk province

Type	No of farms	No of positive farms	Frequency(%)
PCV1	105	75	71.4
PCV2	105	78	74.3
PCV1+PCV2	105	75	71.4



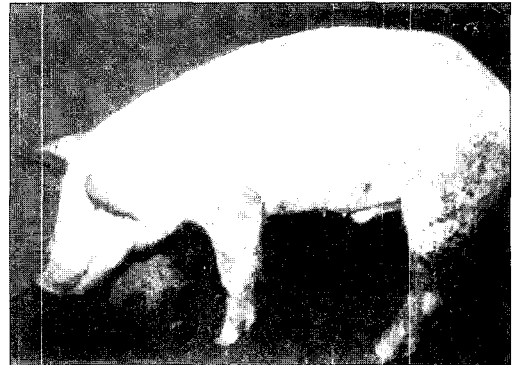
The pigs affected with PMWS : wasted pig



Enlarged superficial inguinal lymph nodes



Lung of affected pig : PCV2,
A pleuropneumoniae were isolated.



A pig with PDNS

Fig 2. PMWS and PDNS in pigs

초, 42℃ 1분, 72℃ 90초씩 25회 반응시킨 후, 94℃ 90초, 42℃ 1분, 최종 72℃에서 10분 반응시켜 1% agarose gel에서 전기영동하여 PCR 증폭산물을 확인하였다.

결 과

2003년 6월부터 12월까지 경상북도가축위생 시험소에 병성감정 의뢰된 105호의 돼지가검물 210두에 대하여 PCV1, PCV2에 대한 검사를

PCR법에 의하여 실시하고 세균성 질병과의 복합감염을 조사한 결과, Table 2에 있는 바와 같이 총 210두의 가검재료 중 PCV1에 감염된 돼지는 134두(63.8%), PCV2에 감염된 돼지는 143두(68.1%)로 나타났다.

한편, 병성감정을 의뢰한 양돈장별 PCV 감염상태를 조사한 결과는 Table 3에 나타난 바와 같다. 전체 105호의 양돈장에서 가검물이 의뢰되었으며 그 중 PCV1에 양성인 농장이 75호(71.4%), PCV2에 양성을 나타낸 농장이 78

호(74.3%)였으며 PCV1 + PCV2 복합감염된 경우는 75호(71.4%)로 나타났다.

의뢰된 가검재료 중 일령별 PCV 감염률을 조사한 결과는 Fig 2에 있는 바와 같다. 4주령미만의 일령에서는 PCV1과 PCV2의 감염이 28.6%를 나타냈으나 일령이 증가하는 4~7주령에서는 58.6%, 8~11주령에서는 PCV1이 73.1%,

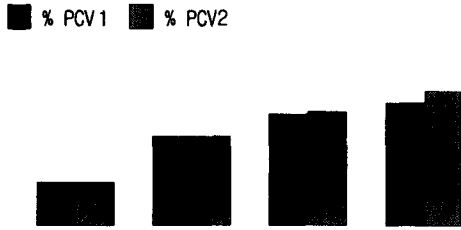


Fig 2. Frequency(%) distribution of PCV infected cases of pigs from 3~18weeks age

PCV2가 74.6%를 나타내었으며 12~18주령에서는 PCV1이 80.9%, PCV2가 88.1%로 나타났다.

의뢰된 가검물 중 PMWS에 감염된 돼지는 체중감소, 기력부족, 호흡곤란, 황달, 위축 등의 임상증상을 나타내고 서혜림프절이 종대되고 설사가 특징적으로 나타났으며, 호흡기 질병과 복합적인 감염이 많은 것이 특징이었으며, 드물게 원형 혹은 불규칙한 모양으로 도드라진 붉은 피부 병변과 부검시에 종대되고 손상된 신장이 나타나는 PDNS의 특징적인 증상을 나타내는 경우도 있었다(Fig 2).

의뢰된 가검물의 PCV2와 관련된 세균성 질병의 복합감염 양상은 Table 4에 있는 바와 같이 78건 중 PCV2 단독감염은 39.7%(31건)로 나타났으며 복합감염은 19종으로 나타났다. 2종의 복합감염은 전체 78건 중 24건(38.5%)으로 나타났으며, 3종 복합감염의 경우 78건 중

Table 4. Frequency of PCV2 infection complicated with other pathogens in 78 samples

Pathogens	No of positive samples / tested samples	No of Frequency (%)
PCV2	31/78	39.7
PCV2+A pleuropneumoniae	3/78	3.8
PCV2+H parasuis	3/78	3.8
PCV2+S typhimurium	8/78	10.3
PCV2+E coli	8/78	10.3
PCV2+P multocida	2/78	2.6
PCV2+S suis	3/78	3.8
PCV2+S hyicus subsp hyicus	1/78	1.3
PCV2+L intracellularis	1/78	1.3
PCV2+Isospora suis	1/78	1.3
PCV2+H parasuis+P multocida	2/78	2.6
PCV2+H parasuis+S typhimurium	2/78	2.6
PCV2+A pleuropneumoniae+S typhimurium	1/78	1.3
PCV2+S suis+E coli	2/78	2.6
PCV2+S suis+S typhimurium	1/78	1.3
PCV2+E coli+S typhimurium	2/78	2.6
PCV2+E coli+P multocida	3/78	3.8
PCV2+L intracellularis+S typhimurium	1/78	1.3
PCV2+H parasuis+P multocida+S typhimurium	1/78	1.3
PCV2+H parasuis+E coli+S typhimurium	2/78	2.6
Total	78/78	100.0

14건(18.1%), 4종 복합감염의 경우는 78건 중 3건(3.9%)으로 나타났다.

고 찰

PMWS는 90년대초에 캐나다에서 처음 발생한 질병으로 PCV2가 주요 원인체로 알려져 있으며 이 질병은 4~14주령의 돼지에서 주로 발생하여 지속적인 만성 폐렴, 증체율의 둔화, 쇠약, 설사, 위축, 폐사 등의 증상을 나타낸다. 특히, 면역 저하를 유발할 수 있는 각종 바이러스성 질병과 스트레스 등의 요인이 농장내에 상존하면 더욱 많은 피해를 입게되는 것으로 알려져 있다.

PCV2는 폐, 편도, 림프절, 가슴샘, 비장, 장, 신장, 간, 혈청, 침샘, 그리고 고환에 분포하는 것으로 보고되고 있으며 수직·수평 전파의 가능성도 확인되고 있다. PMWS의 진단시에는 쇠약, 체중감소, 기력부족, 호흡곤란, 황달 등의 임상증상, 림프조직 또는 기관의 소실 등 조직병변의 검사와 병변내에서 PCV의 감염여부를 확인해야 한다. 의뢰되는 가검물의 조직에서 신속하게 PCV의 핵산 존재 유무를 검출할 수 있는 PCR 기법은 임상증상을 나타내는 돼지의 실질 조직을 이용한 직접적인 virus의 검출에 유용하며 PCV1과 PCV2의 감별이 가능하다.

아시아에서의 PMWS의 발생은 90년대 중반 이후 대부분의 국가에서 확인되고 있으며 우리나라의 경우에는 2000년도에 이 질병의 특징적인 병변과 면역조직학적 기법 및 PCR 기법을 통한 PCV2의 검출이 보고되었다. 2003년 1월부터 11월까지 경북지역의 105호의 양돈장에서 병성감정 의뢰된 돼지가검물 210두에 대하여 PCR 기법으로 PCV1, PCV2 감염여부를 조사한 결과, 전체 210두의 가검체료 중 PCV1에 감염된 돼지는 134두(63.8%), PCV2에 감염된 돼지는 143두(68.1%)로 나타났으며, 병성감정을 의뢰한 양돈장별 PCV 감염상태는 105호의 양돈장 중 PCV1에 양성인 농장이 75호(71.4%), PCV2에 양성인 농장이 78호(74.3%)였으며 PCV1과 PCV2가 복합감염된 경우는 75호(71.4%)로 나타났다. 국내 연구자들은 생

식기 및 면역억제에 관여하는 여러 바이러스와 PCV의 상관관계에 대하여 매우 중요한 부분으로 다루고 있으며 PRRSV, PPV 등과의 복합 감염농장의 경우 PCV2의 감염률이 크게 증가하는 것으로 보고하였다. 특히, PRRSV 양성 가검체료에서의 PCV의 검출률을 보면 '98~'99년의 경우, PRRSV 양성 농장의 약 50.0%, 2000년의 경우 약 90.0%의 가검체료에서 PCV2가 분리되어 바이러스 상호간의 복합감염은 꾸준히 증가하고 있음을 보고하였다. 한편 1999~2000년까지 국내의 1,243개 양돈장의 1,634두 중 133두(8.1%)가 PMWS로 진단되었으며 또 다른 연구에서는 1999년에서 2003년 사이의 PCV2 감염은 40.4%(270개 농장 중 109개)로 보고하였다. 이러한 결과는 모든 양돈장에서 PCV2 관련 질병이 널리 분포하고 있음을 시사하고 있다. 따라서 경북지역의 양돈장에서도 더욱 폭 넓은 PCV2와 면역억제 바이러스와의 감염상황의 조사가 빠른 시일 내에 이루어져야하고 그 결과를 바탕으로 예방대책이 수립되어야함은 물론 감염 양돈장에서는 이 피해를 줄일 수 있는 적극적인 예방대책이 필요할 것으로 사료된다.

시험소에 의뢰된 가검체료 중 일령별 PCV 감염률을 조사한 결과, 4주령 미만의 일령에서는 PCV1과 PCV2의 감염이 28.6%를 나타내었으나 일령이 증가하는 5~7주령에서는 58.6%, 8~12주령에서는 PCV1이 73.1%, PCV2가 74.6%를 나타내었으며 13~18주령에서는 PCV1이 80.9%, PCV2가 88.1%로 나타났다.

PMWS에 감염되는 돼지는 주로 6~14주령으로 알려져 있으나 20주령에서도 감염이 이루어지는 것으로 보고되어 있으며, PRDC에 감염되는 연령과 동일시기에 이 질병의 감염이 많이 이루어지므로 이들 질병의 상호관계에 대한 지속적인 연구가 필요할 것으로 판단된다. 한편, PCV2와의 상관관계에서 논란의 여지가 있는 PDNS는 원형 혹은 불규칙한 모양으로 도드라진 붉은 피부 병변과 종대되고 손상된 신장 등의 특징이 나타나며 감염된 돼지는 대개 10~16주령이지만, 간혹 5~24주령에도 영향을 받는다. 모돈에서 PCV2의 감염은 번식장애, 유산, 사산, 심

한 심근염에 의한 신생 자돈폐사에 영향을 주는 것으로 알려져 있으며 PCV2가 소화기 관련 질병이 유행하는 시기에 수평적으로도 전파될 수 있는 것으로 나타났다. 그러나 분변내의 PCV2의 전염력이나 각종 질병과의 상관관계는 불명확하므로 PMWS에 있어서 분변을 통한 바이러스의 전파가 병인론적으로 어떤 역할을 하는지는 지속적인 조사가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

의뢰된 가검물 중 PCV2와 관련된 세균성 질병의 복합감염 양상은 전체 78건 중 PCV2 단독감염은 39.7%(31건)로 나타났으며 복합감염의 종류는 19종으로 나타났다. 2종의 복합감염은 전체 78건 중 24건(38.5%)으로 나타났으며 3종 복합감염의 경우 78건 중 14건(18.1%), 4종 복합감염의 경우는 78건 중 3건(3.9%)으로 나타났다.

이유 직후의 돼지에서 점진적인 체중 감소, 호흡기 증상, 황달, 설사 등이 특징적인 PMWS와 관련된 PCV2와 호흡기 질병 원인체인 *P. multocida*, *S. suis*, *M. hyopneumoniae*, *H. parasuis*, *A. pleuropneumoniae* 등의 복합감염은 상승 효과를 나타내어, 지속적이고 심한 호흡기 질병을 유발하여 양돈장에서 더욱 피해를 가중시키는 요인으로 알려져 있다. PMWS는 현재로서는 전세계적으로 예방약이 개발되지 않았으며 바이러스에 의한 질병이라 치료약도 없는 실정이다. 폐사율은 5~15% 정도로 낮은 편이지만 공기나 접촉에 의해 쉽게 전염되는 것으로 알려져 있어 한번 발생되면 근절하기가 매우 어려운 질병이다. 특히 겨울에만 발생하는 호흡기성 질병과는 달리 연중 발생되므로 타 호흡기성 질병과 혼동되어서는 안될 것이다. 또 타질병과 복합 발생되지 않는 한 외부적인 증상이 경미하므로 양돈장에서 쉽게 인식하기가 매우 어려워 생산성 저하의 요인으로 작용하게 된다.

이와 같은 여건을 감안하여 이 질병의 피해를 줄이기 위해서는 철저한 올인-올아웃 시행 및 분만전 구충 및 질병 치료 예방 등 분만에 따른 소독 및 청결이 무엇보다 중요하다. 이 질병의 발생이 가장 빈번한 이유자돈사 구간의 경우에는 돈방간 차단벽 설치가 필요하며, 자돈의 신규 입식에 따른 올인-올아웃 시행, 밀사방지, 적절한 급식기 공간 확보 등의 돈사관

리가 이루어져야 하며 아울러 철저한 예방접종 프로그램의 실시, 돈사내 적절한 환기 유입량 조절 및 환돈의 조기 격리 또는 도태 등 철저한 방역의식이 필요할 것으로 판단된다.

결 론

2003년 6월부터 12월까지 경상북도가축위생시험소에 병성감정 의뢰된 105호의 돼지가검물 210두에 대하여 PCV1, PCV2에 대한 검사를 PCR법에 의하여 실시하고 세균성 질병과의 복합감염을 조사한 결과 다음과 같았다.

1. 총 210두의 가검재료 중 PCV1에 감염된 돼지는 134두(63.8%), PCV2에 감염된 돼지는 143두(68.1%)로 나타났다.
2. 전체 105호의 양돈장에서 가검물이 의뢰되었으며 그 중 PCV1에 양성인 농장이 75호(71.4%), PCV2에 양성을 나타낸 농장이 78호(74.3%)였으며 PCV1과 PCV2가 복합감염된 경우는 75호(71.4%)로 나타났다.
3. 의뢰된 가검재료 중 일령별 PCV 감염률을 조사한 결과, 4주령미만의 일령에서는 PCV1과 PCV2의 감염이 28.6%를 나타냈으나 일령이 증가하는 4~7주령에서는 58.6%, 8~11주령에서는 PCV1이 73.1%, PCV2가 74.6%를 나타내었으며 12~18주령에서는 PCV1이 80.9%, PCV2가 88.1%로 나타났다.
4. 의뢰된 가검물의 PCV2와 관련된 세균성 질병의 복합감염 양상은 78건 중 PCV2 단독감염은 39.7%(31건)로 나타났으며 복합감염은 19종으로 나타났다. 2종의 복합감염은 전체 78건 중 24건(38.5%)으로 나타났으며 3종 복합감염의 경우 78건 중 14건(18.1%), 4종 복합감염의 경우는 78건 중 3건(3.9%)으로 나타났다.

참고문헌

1. Allan GM, Ellis JA. 2000. Pocrine circoviruses: A review. *J Vet Diagn Invest* 12 : 3~14.

2. Charreyre C, Boeuf L, Brunet S, et al. 2000. Natural transmission of PCV2 in seronegative 9 week-old pigs. *Proc 16th IPVS*, Melbourne, Australia, p630.
3. Choi C, Chae C. 2000. Distribution of porcine parvovirus in porcine circovirus 2-infected pigs with post-weaning multisystemic wasting syndrome as shown by *in-situ* hybridization. *J Comp Pathol* 123 (4) : 302~305.
4. Choi C, Chae C, Clark EG. 2000. Porcine post-weaning multisystemic wasting syndrome in Korean pig : detection of porcine circovirus 2 infection by immunohistochemistry and polymerase chain reaction. *J Vet Diagn Invest* 12 : 151~153.
5. Choi C, Kim J, Kang IJ, et al. 2002. Concurrent outbreak of PMWS and PDNS in a herd of pigs in Korea. *Vet Rec* 151 : 484~485.
6. Clark EG. 1997. Post-weaning multisystemic wasting syndrome. *Proc Am Assoc Swine Pract 1997* : 499~501.
7. Cotrell TS, Friendship RM, Dewey CE. 1999. Epidemiology of post-weaning multisystemic wasting syndrome in Ontario. *Proc Am Assoc Swine Pract 1999* : 389~390.
8. Eliis JA, Hassard L, Clark E, et al. 1998. Isolation of circovirus from lesions of pigs with post-weaning multisystemic wasting syndrome. *Can Vet J* 39 : 44~51.
9. Eliis JA, Krakowka S, Lairmore M, et al. 1999. Reproduction of lesions of post-weaning multisystemic wasting syndrome in gnotobiotic piglets. *J Vet Diagn Invest* 11 : 3~14
10. Gresham A, Allan GM, McNeilly F, et al. 2001. Links between post-weaning multisystemic wasting syndrome and porcine dermatitis nephropathy syndrome. *Pig J* : 155~159
11. Harding J. 1997. Post-weaning multisystemic wasting syndrome(PMWS): Preliminary epidemiology and clinical presentation. *Proc Am Assoc Swine Pract 1997* : 503.
12. Harding J, Clark EG, Eliis JA. 1999. Recognizing and diagnosing postweaning multisystemic wasting syndrome(PMWS). *Swine Health Prod* 5 : 201 ~203.
13. Harms PA, Sorden SD, Halbur PG. 2002. Three cases of porcine respiratory disease complex associated with porcine circovirus type 2 infection. *Swine Health Prod* 10 : 27~30.
14. Kim JH, Chung HK, Jung T, et al. 2002. Post-weaning multisystemic wasting syndrome of pigs in Korea : prevalence, microscopic lesions and coexisting microorganism. *J Vet Med Sci* 64(1) : 57 ~62.
15. Ladekjaer-Mikkelsen AS, Nielsen J, Storgaard T, et al. 2001. A field cases of transplacental infection with PCV2 associated with reproductive failure. *Vet Rec* 148 : 759~760.
16. Larochelle R, Morin M, Antaya M, et al. 1999. Identification and incidence of porcine circovirus in routine field cases in Quebec as determined by PCR. *Vet Rec* 145 : 140~142.
17. Lyoo KS, Park YH, Park BK. 2001. Prevalence of porcine reproductive and respiratory syndrome virus, porcine circovirus type 2 and porcine parvovirus from aborted fetuses and pigs with respiratory problems in Korea. *J Vet Sci* 2(3) : 201~207.
18. Onuki A, Abe K, Togashi K, et al.. 1999. Detection of porcine circovirus from lesions of a pig with wasting disease in Japan. *J Vet Med Sci* 61(10) : 1119~1123.
19. Tantilertcharoen R, Kiatipattanasakul W, Thanawongnuwech R. 1999. Report of circovirus infection in pigs in Thailand. *Thai J Vet Med* 29 : 73~83.