

## 한국 양돈장의 porcine cytomegalovirus 감염양상 및 바이러스학적 유형률

박최규\* · 최은진

국립수의과학검역원

Received July 28, 2009 / Accepted September 11, 2009

**Virological Prevalence and Infection Patterns of Porcine Cytomegalovirus in Selected Pig Farms in Korea.** Choi-Kyu Park\* and Eun-Jin Choi. *National Veterinary Research and Quarantine Services, Anyang, 430-824, Korea* - Porcine cytomegalovirus (PCMV) is a betaherpesvirus which causes reproductive failure in breeding sows and generalized infection in newborn piglets. It has worldwide distribution including Korea. Serological survey on this virus has been reported in 76.3% of pigs, but virological survey and epidemiological analysis on PCMV distribution have been reported in only a few papers in Korea. In this study, we investigated the virological prevalence and infection status of PCMV on a farm level in selected swine farms with respiratory diseases. A total of 1,938 blood samples taken from groups of pigs of different ages were collected from 31 farms distributed nationwide in 2006 and 2007 and tested by PCR to detect the presence of PCMV. Virological prevalence at farm level and pig level were 96.8% and 17.5%, respectively, suggesting that PCMV has endemically infected Korean pig herds. The prevalence at farm level in gilts, sows and suckling piglet groups were 16.7%, 36.7% and 56.7%, indicating that vertical infections frequently occurred in conception or newborn stage. Thereafter, detection rates of PCMV were slightly increased in pig groups aged 40 and 70 days (70.0% and 73.3%), and then gradually decreased as they aged - 33.3% in 100, 26.7% in 130 and 16.7% in 160 day old pig groups. The prevalence at pig level has similar patterns to that at farm level. With the passage of time, the variation of infection patterns of PCMV was investigated in four PCMV-positive farms. Three blood samples were collected at intervals of 6 months in each farm, and examined for presence of PCMV using PCR. The results revealed that once PCMV was introduced to the pig farms, it continuously circulated between and within groups of sows and piglets in those farms. Taken together, it can be concluded that PCMV has endemically infected Korean pig farms and has the potential risk for emerging pathogen in combination with the known endemic pathogens including porcine reproductive, respiratory syndrome virus and porcine circovirus type 2. Therefore, more research is needed on diagnosis, epidemiology and control strategy for PCMV on the field.

**Key words :** Porcine cytomegalovirus (PCMV), polymerase chain reaction (PCR), prevalence, infection pattern

### 서 론

Porcine cytomegalovirus (PCMV)는 *Herpesviridae*, *Betaherpesvirinae*에 속하는 바이러스로 돼지에서 임신돈의 번식장애와 자돈의 위축, 호흡기질병 등 다양한 병증을 유발할 뿐 아니라 최근 의학 분야에서 활발하게 시도되고 있는 돼지 장기의 이종동물 간 조직이식 이후 질병 발생 가능성 때문에 새롭게 주목받고 있다[8,12,14,15]. 돼지에 PCMV가 감염될 경우, 일반적으로 성돈이나 3주령 이상의 자돈에서는 특별한 임상증상을 유발하지 않지만, 임신돈에서는 유·사산 등 번식장애를 유발하며, 분만 직후에 감염된 어린 자돈에서는 전신병변을 유발하여 폐사하거나 다양한 호흡기증상을 나타낸다[2,3,9]. 이로 인해 감염된 양돈장에서는 포유자돈의 폐사율이 증가하며, 복당 25% 이상의 손실을 보이기도 한다[14]. PCMV

는 1955년 봉입체성 비염 발생으로 처음 보고된 이후[1], 현재 대부분의 나라에서 상재화되어 있는 것으로 보고되고 있다 [5,13,15]. 우리나라에서는 강 등[6]이 1991년 이전에 이미 우리나라에 PCMV가 감염되고 있음을 확인하였으며, 조사연도 (2002~2006)에 따라 차이는 있지만 평균 항체 양성률이 76.3%에 달해 이미 우리나라 양돈장에 상재화되었음을 확인하였다. 이와 같이 PCMV는 양돈장에 상재화되어 번식장애와 호흡기증상 등 다양한 병증을 유발한다는 점에서 최근 양돈산업에서 가장 중요한 질병으로 다루어지고 있는 돼지 생식기호흡기증후군(porcine reproductive and respiratory syndrome; PRRS)이나 돼지 썩코바이러스 감염증(porcine circovirus disease; PCVD)과 유사한 점이 많아 감염진단해야 할 질병으로 지목되고 있다[7,10,12,16]. 우리나라에서도 2006년에 수집된 이유자돈 30두에 대하여 검사한 결과, 10두(33.3%)에서 PCMV가 확인되었고, 그 중 8두는 PCV2와 복합감염되어 있었다고 보고한 바 있어[7] PCMV가 이유자돈의 전신소모성증후군(postweaning multisystemic wasting syndrome, PMWS)이나

#### \*Corresponding author

Tel : +82-31-467-1748, Fax : +82-31-467-1868

E-mail : parkck@nvrqs.go.kr

돼지 호흡기질병 복합병(porcine respiratory diseases complex, PRDC) 등 우리나라 양돈산업에 고질적인 피해를 입히고 있는 돼지 소모성 질환의 발생에도 관여할 수 있음을 시사하고 있다.

한편 최근 돼지 장기가 인체 이식용으로 주목을 받으면서 조직이식을 통한 이종간 질병 전파가 이 분야의 걸림돌이 되고 있다. 특히 PCMV를 포함한 허피스바이러스는 지속감염이 특징이며, 감염된 돼지의 장기에 잠복해 있다가 조직이식 후에 재활성화되어 감염을 유발할 가능성이 높다[8,14]. 그러나 한국에서 PCMV에 대한 연구는 PRRSV와 PCV2에 비하여 매우 미흡하고, 농장단위 발생양상에 대한 연구 또한 이루어진 바가 없다. 따라서 이 연구에서는 우리나라 양돈장의 PCMV 감염상황과 농장단위 감염양상을 경시적으로 분석하였기에 보고한다.

**재료 및 방법**

**양돈장 및 시료채취**

2006년에서 2007년 사이 돼지 호흡기질환 발생이 문제되어 질병검진을 의뢰한 우리나라 양돈장 31개소를 대상으로 하였으며, 농장별로 후보돈 3두, 경산모돈 12두(1, 2, 3, 4산차 모돈 각 3두), 포유자돈 12두(복당 각 3두) 및 성장단계별 일령에 따라 40, 70, 100, 130 및 160일령의 돼지 각 6두에서 10두를 임의로 선발하였다. 선발된 돼지의 경정맥에서 혈액을 채취하여 항응고제(sodium heparin)가 포함된 시험관에 옮긴 다음, 냉장상태로 운반하여 시험에 이용하였다.

**유전자 검사**

전혈 시료를 대상으로 DNeasy® minikit (QIAGEN, USA)를 이용하여 genomic DNA를 추출한 다음, 이전 연구자가 보고한 방법에 따라 1차 PCR 및 nested PCR을 실시하여 PCMV의 polymerase gene 일부를 증폭하였고, 아가로스 젤 전기영동을 실시한 다음, ethidium bromide 염색을 실시하여 160-bp의 증폭된 유전자를 확인하였다[4].

**유병률 및 감염양상 분석**

농장 유병률은 각 양돈장에서 채취한 혈액시료에 대한 PCR 검사결과, 1두의 돼지에서라도 PCMV 양성인 양성 양돈장으로 분류하여 백분율로 환산하였으며, 개체 유병률은 양돈장 구분 없이 검사 대비 양성개체 수를 백분율로 산출하였다. 농장단위 PCMV의 감염양상은 PCMV가 확인된 30개 양돈장을 대상으로 후보돈, 모돈, 포유자돈 및 일령별 자돈군의 양성률을 농장단위 및 개체단위로 산출하여 분석하였다. 또한 양성인 확인된 4개 양돈장에 대해서는 6개월 간격으로 2회 추가 검사한 성적을 비교하여 경시적 감염양상의 변화를 분석하였다.

**결 과**

**농장단위 유병률**

31개 농장에서 채취한 1,938개의 돼지혈액을 대상으로 PCR을 실시한 결과(Fig. 1), 적어도 1두 이상의 PCMV 양성 돼지가 확인된 양돈장이 30개 양돈장(96.8%)으로 조사대상 양돈장 대부분 PCMV가 상재하고 있는 것으로 분석되었다(Table 1). PCMV가 감염되고 있는 30개 양돈장의 후보돈, 경산모돈, 포유자돈과 일령별 자돈군으로 구분하여 농장단위 유병률을 조사한 결과, 후보돈군과 모돈군의 농장 유병률이 각각 16.7% (n=5) 및 36.7%(n=11)로 나타났으며, 모돈군으로부터의 수직감염으로 추정되는 포유자돈군의 농장 유병률이 56.7%로 모돈군보다 높게 나타났다. 자돈군의 경우, 40일령군 및 70일령군에서 각각 70.0%(n=21) 및 73.3%(n=22)로 비슷한 수준으로 유병률이 증가하였고, 이후 100일령군 33.3%(n=10), 130일령군 26.7%(n=8), 160일령군 16.7%(n=5)의 순으로 일령이 증가함에 따라 유병률은 감소하였으나 160일령에서도 여전히 바이러스가 확인되었다.

**개체단위 유병률**

개체단위 유병률은 전체 17.5%(339/1,938)로 나타났으며 (Table 1), 이를 돼지 종류별로 분석한 결과, 모돈군에서는 후보돈과 모돈군이 각각 11.1%(10/90) 및 6.7%(24/357)로 나타나 농장 유병률과 동일하게 후보돈군이 높게 나타났다. 포유자돈군은 20.3%(71/350)로 5두 중 1두가 태반감염되거나 분만

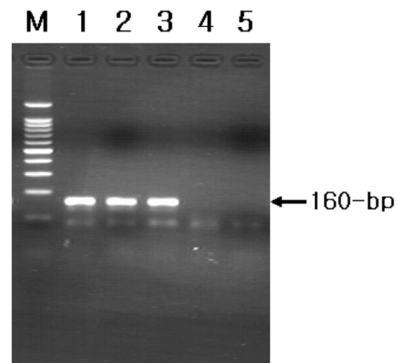


Fig. 1. Detection of porcine cytomegalovirus in pig samples by nested PCR. Lane M, 100-bp DNA ladder; lane 1-3, 160-bp fragment of PCMV-positive samples; lane 4 and 5, PCMV-negative samples. 1.5% agarose gel electrophoresis.

Table 1. Prevalence of porcine cytomegalovirus in selected pig farms in 2006 and 2007 in Korea

Prevalence of farms (No. of positive/tested)	Prevalence of pigs (No. of positive/tested)
96.8% (30/31)	17.5% (339/1,938)

직후 감염되는 것으로 나타났다. 자돈군의 경우도 농장 유병률과 비슷하게 40일령군(39.1%) 및 70일령군(34.3%)에서 비교적 높게 나타났다가 일령이 증가함에 따라 감소하는 경향을 나타내었다.

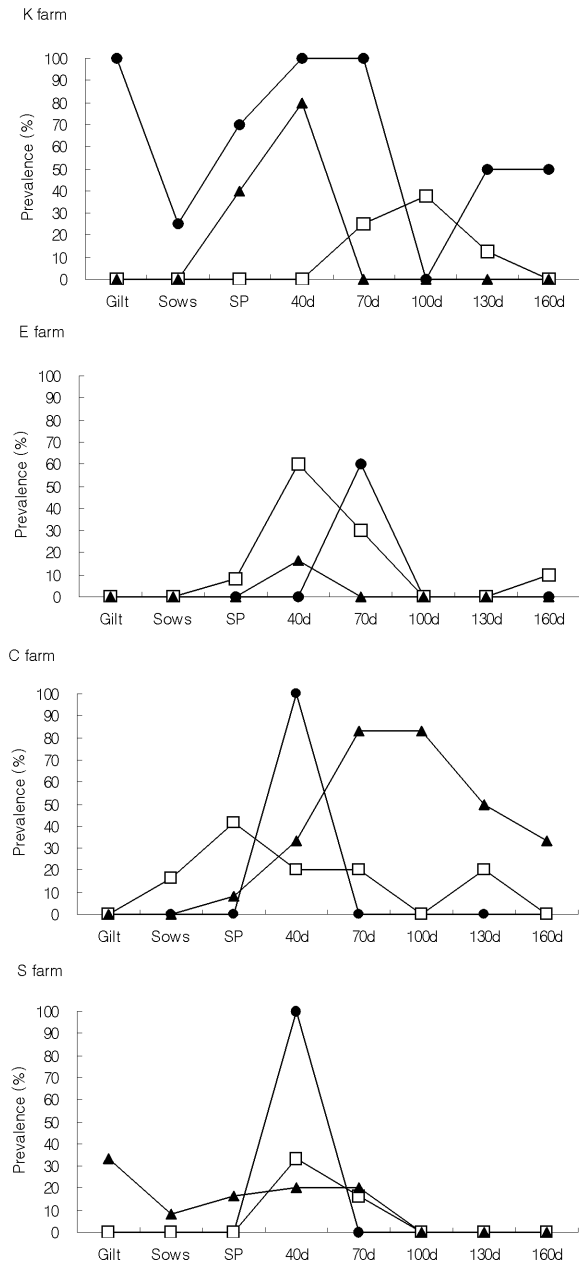


Fig. 2. Cross-sectional analysis for prevalence of PCMV in 4 pig farms. In each farms, blood samples were collected from 3 gilts, 12 sows, 12 suckling piglets (SP) and 5-10 pigs of 40, 70, 100, 130 and 160 days (d) of age. The blood samples, collected 3 times at intervals of 6 month in each farm, were examined for presence of PCMV using PCR. The results of each test were depicted by ● (1st), □ (2nd) and △ (3rd) in the figures.

**농장단위 경시적 감염양상**

조사 양돈장 중 4개 양돈장에 대하여 6개월 간격으로 3회 연속 검사한 결과(Fig. 2), K 양돈장은 1차 검사 시 후보돈과 모돈, 포유자돈 및 자돈구간 전체에서 PCMV가 확인되어 바이러스가 농장 전체에 확산되어 있었으나, 2차 검사 시에는 자돈구간에 제한적으로 감염이 이루어짐이 확인되었고, 3차 검사 시에는 다시 포유구간과 자돈구간으로 감염이 재확산되는 경향을 나타내어 모돈군과 자돈군에서 지속적으로 순환감염되는 양상을 나타내었다. E와 C 양돈장의 경우, 3차에 걸쳐 후보돈에서는 바이러스 감염은 확인되지 않았으나 포유자돈군과 자돈군에서 감염이 지속되고 있어 감염 후보돈을 통한 외부로부터의 유입요인이 없더라도 기존 모돈군과 자돈군에서 순환감염되는 양상을 나타내었다. S 양돈장의 경우에는 1차 및 2차 검사 시에는 내부 순환감염 양상을 나타내다가 3차 검사 시에는 후보돈과 기존 모돈 및 초기 자돈구간으로 바이러스가 재확산되는 경향을 나타내었다. 이상의 결과를 종합해보면 일단 PCMV가 감염된 양돈장에서는 모돈과 자돈구간에 걸쳐 지속적으로 바이러스가 순환감염되며, 후보돈 등 외부 돼지의 유입이 있을 경우 감염이 재확산되는 것으로 판단된다.

**고 찰**

PCMV는 전 세계적으로 발견되고 있으며, 감염 또한 흔하게 일어나고 있어 유럽, 북미 및 일본 등에서는 돈군 유병률 (herd prevalence)이 90% 이상인 것으로 보고되고 있다[5,15]. 우리나라에서도 1992년부터 1997년 사이에 채취한 도축돈과 양돈장 채혈 혈청 481개에 대한 항체검사 결과, 항체 양성률이 76.3%로 PCMV가 상재화되어 있음을 보고한 바 있다[6]. 그러나 해당 조사에서는 수집 혈청에 대한 개체 양성률을 분석하였을 뿐 농장단위 유병률을 추정하지는 못했다. 이 연구에서 PCR로 PCMV를 검출하여 바이러스 감염 여부를 확인한 결과, 농장 유병률이 96.8%(30/31)로 나타나 우리나라도 외국과 마찬가지로 PCMV가 대부분의 양돈장에 상재화된 것으로 분석되었다(Table 1). 또한 농장별, 사육단계별로 PCMV 감염률을 분석한 결과, 후보돈, 모돈 및 자돈 전 구간에 걸쳐 PCMV가 순환감염되고 있음을 확인할 수 있었으며, 특히 모돈군의 감염률(36.7%)보다 포유자돈군의 감염률(56.7%)이 더 높게 나타나 모돈군에서 자돈군으로 수직감염(태반감염 또는 분만직후 감염)되는 양상을 나타내었다(Table 1, 2).

PCMV와 같은 허피스바이러스는 감염된 숙주에게서 일생 동안 지속적으로 감염되며, 감염된 숙주에 잠복해 있다가 다시 활성화되어 바이러스를 배설하는 특징을 지니고 있다 [14,15]. 따라서 일단 감염된 양돈장에서는 PCMV가 순환감염되면서 상재화되어 장기적인 피해를 유발할 가능성이 높다. 이 연구에서도 4개 양돈장의 경시적 감염양상을 분석한 결과,

Table 2. Prevalence of porcine cytomegalovirus in different pig groups of 30 PCMV-positive farms

Category	Prevalence (%) of different pig groups (No. of positive/tested)							
	Gilts	Sows	SP <sup>1)</sup>	40 d	70 d	100 d	130 d	160 d
Farm	16.7 (5/30)	36.7 (11/30)	56.7 (17/30)	70.0 (21/30)	73.3 (22/30)	33.3 (10/30)	26.7 (8/30)	16.7 (5/30)
Individual	11.1 (10/90)	6.7 (24/357)	20.3 (71/350)	39.1 (84/215)	34.3 (75/219)	11.1 (24/217)	12.5 (27/216)	6.5 (14/217)

<sup>1)</sup> Suckling piglet

외부 유입 요인과 내부 순환감염 요인이 복합되어 검사시기에 따라 농장단위 감염양상에 다소 변화는 있을지라도 일단 감염된 양돈장은 바이러스가 소멸되지 않고 상재화되는 경향이 확인되었다(Fig. 2). 특히 동일 양돈장의 모돈군에서 바이러스가 확인되지 않더라도 포유자돈구간에서 바이러스가 감염되는 것으로 보아 모돈군에 존재하는 지속감염 상태의 일부 모돈이 태반감염 또는 분만직후 수직감염의 형태로 자돈군을 계속 감염시키는 감염원으로서의 역할을 하고 있는 것으로 보인다[3,11].

최근 양돈장의 질병 감염양상은 다양한 병원체들이 복합감염되는 경향을 나타내고 있으며, 여기에는 대부분의 양돈장에 상재하면서 다양한 병증을 유발하는 PRRSV나 PCV2가 중심적인 역할을 하고 있다[10,16]. PCMV 또한 PRRSV나 PCV2와 마찬가지로 유·사산 등 번식장애와 함께 허약자돈의 분만과 자돈의 호흡기증상 등 다양한 증상을 유발하며, 우리나라 양돈장에 동일하게 상재화되어 있다는 점에서 이들 질병 간 또는 다른 질병간의 상호 복합감염에 의한 피해가 많을 것으로 추정된다[7]. 그러나 PRRSV나 PCV2에 비하여 PCMV에 대해서는 상대적으로 그 연구 실적이 매우 부족하며, 대부분의 진단기관에서 감별진단 항목에서도 배제되어 왔다. 따라서 향후 우리나라 양돈장에 대한 PCMV 감염수준과 복합감염 실태조사를 확대할 필요성이 있으며, 번식장애 및 자돈의 호흡기질환 발생 예에 대한 진단 시 PCMV에 대한 감별진단이 강화되어야 할 것으로 판단된다.

또한 우리나라도 이종간 장기이식 분야 연구가 활발하게 이루어지고 있으며, 돼지를 이용한 장기이식에 있어 PCMV와 같은 지속감염 바이러스가 중요한 문제로 대두될 수 있다[7,8,14]. 따라서 향후 안정적인 장기이식 분야 연구를 위해서도 우리나라 양돈장에 대한 PCMV 감염양상 및 방제대책에 대한 연구가 활발해져야 할 것으로 보인다.

### 결론

우리나라 양돈장의 PCMV 감염상황과 농장단위 감염양상을 경시적으로 분석하기 위하여 호흡기질환이 문제되어 의뢰된 31개 양돈장에서 혈액시료를 채취하여 PCR로 PCMV 감염 여부를 확인하였다. 31개 농장에서 채취한 1,938개의 돼지 혈

액을 대상으로 PCR을 실시한 결과, 30개 양돈장 339개의 혈액에서 PCMV 양성인 확인되었으며, 농장 및 개체 유병률이 각각 96.8% 및 17.5%로 나타나 조사대상 양돈장 대부분 PCMV가 상재되어 있는 것으로 분석되었다. PCMV가 감염되고 있는 30개 양돈장의 모돈군 및 자돈군에 대한 농장단위 유병률을 조사한 결과, 후보돈군과 모돈군의 농장 유병률이 각각 16.7%(n=5) 및 36.7%(n=11)로 나타났으며, 모돈군으로부터 수직감염되는 것으로 추정되는 포유자돈군의 농장 유병률이 56.7%로 모돈군보다 높게 나타났다. 자돈군의 경우, 40일령군 및 70일령군에서 각각 70.0%(n=21) 및 73.3%(n=22)로 비슷한 유병률의 증가를 나타내었고, 이후 일령이 증가함에 따라 100일령군 33.3%(n=10), 130일령군 26.7%(n=8), 160일령군 16.7%(n=5)의 순으로 유병률은 감소하였다. 돼지 사육군에 따른 개체단위 유병률의 경우, 후보돈군 11.1%(10/90), 모돈군 6.7%(24/357), 포유자돈군 20.3%(71/350)로 5두 중 1두가 태반 감염되거나 분만 직후 감염되는 것으로 나타났으며, 자돈군의 경우도 농장 유병률과 비슷하게 40일령군(39.1%)과 70일령군(34.3%)에서 비교적 높게 나타났다가 일령이 증가하면서 감소하는 경향을 나타내었다. 조사 양돈장 중 4개 양돈장에 대하여 6개월 간격으로 3회 연속 검사한 결과, 외부 유입요인과 내부 순환감염 요인이 복합되어 검사시기에 따라 농장단위 감염양상에 다소 변화는 있을지라도 일단 감염된 양돈장은 바이러스가 소멸되지 않고 상재화되는 경향이 확인되었다.

이와 같이 PCMV는 PRRSV 및 PCV2와 같이 우리나라 양돈장에 상재화되어 있으며, 서로 복합감염되어 다양한 병증을 유발할 가능성이 있으므로 향후 PCMV의 진단과 방역부분에 많은 연구가 이루어져야 할 것으로 판단된다.

### References

1. Done, J. T. 1955. An "inclusion body" rhinitis of pigs. *Vet. Rec.* **67**, 525-527.
2. Edington, N., R. G. Watt, and W. Plowright. 1977. Experimental transplacental transmission of porcine cytomegalovirus. *J. Hyg. (Lond)* **78**, 243-251.
3. Edington, N., S. C. Broad, A. E. Wrathall, and J. T. Done. 1988. Superinfection with porcine cytomegalovirus initiating transplacental infection. *Vet. Microbiol.* **16**, 189-193.

4. Fryer, J. F. L., P. D. Griffiths, J. A. Fishman, V. C. Emery, and D. A. Clark. 2001. Quantitation of porcine cytomegalovirus in pig tissues by PCR. *J. Clin. Microbiol.* **39**, 1155-1156.
5. Hamel, A. L., L. Lin, C. Sachvie, E. Grudeski, and G. P. Nayar. 1999. PCR assay for detecting porcine cytomegalovirus. *J. Clin. Microbiol.* **37**, 3767-3768.
6. Kang, M. I., M. Han, T. Tagima, D. U. Han, H. S. Kim, B. H. Kim, H. J. Kim, and S. H. An. 1998. Seroepidemiological study on porcine cytomegalovirus to pig in Korea. *Korean J. Vet. Res.* **38**, 756-762.
7. Lee, C. S., H. J. Moon, J. S. Yang, S. J. Park, D. S. Song, B. K. Kang, and B. K. Park. 2007. Multiplex PCR for the simultaneous detection of pseudorabies virus, porcine cytomegalovirus, and porcine circovirus in pigs. *J. Virol. Methods* **139**, 39-43.
8. Mueller, N. J., R. N. Barth, S. Yamamoto, H. Kitamura, C. Patience, K. Yamada, D. K. Cooper, D. H. Sachs, A. Kaur, and J. A. Fishman. 2002. Activation of cytomegalovirus in pig-to-primate organ xenotransplantation. *J. Virol.* **76**, 4734-4740.
9. Plowright, W., N. Edington, and R. G. Watt. 1976. The behaviour of porcine cytomegalovirus in commercial pig herds. *J. Hyg. (Lond)* **76**, 125-135.
10. Segales, J., G. M. Allan, and M. Domingo. 2006, Porcine circovirus diseases, pp. 299-307, *In* Straw, B. E., J. J. Zimmerman, S. D'Allaire, and D. T. Taylor (eds.), *Diseases of swine*, 9th eds. Iowa State University Press, Ames.
11. Smith, K. C. 1997. Herpesviral abortion in domestic animals. *Vet. J.* **153**, 253-268.
12. Tucker, A. W., D. Galbraith, P. McEwan, and D. Onions. 1999. Evaluation of porcine cytomegalovirus as a potential zoonotic agent in xenotransplantation. *Transplant Proc.* **31**, 915.
13. Tajima, T., T. Hironao, T. Kajikawa, and H. Kawamura. 1993. Application of enzyme-linked immunosorbent assay for the seroepizootiological survey of antibodies against porcine cytomegalovirus. *J. Vet. Med. Sci.* **55**, 421-424.
14. Yoo, D. and A. Giulivi. 2000. Xenotransplantation and the potential risk of xenogeneic transmission of porcine viruses. *Can. J. Vet. Res.* **64**, 193-203.
15. Yoon, K. J. and N. Edington. 2006. Porcine cytomegalovirus, pp. 323-329, *In* Straw, B. E., J. J. Zimmerman, S. D'Allaire, and D. J. Taylor. (eds.), *Diseases of swine*, 9th eds. Iowa State University Press, Ames.
16. Zimmerman, J., D. A. Benfield, M. P. Murtaugh, F. Osorio, G. W. Stevenson, and M. Torremorell. 2006. Porcine reproductive and respiratory syndrome virus (Porcine Arterivirus), pp. 387-417, *In* Straw, B. E., J. J. Zimmerman, S. D'Allaire, and D. T. Taylor. (eds.), *Diseases of swine*, 9th eds. Iowa State University Press, Ames.