

# 경남지역 내 돼지에서의 swine influenza virus (H1N1, H3N2) 감염률 조사

장은희\* · 하도윤 · 박동엽 · 이국천 · 허정호

경상남도축산진흥연구소 중부지소

(접수 2011. 8. 30; 수정 2011. 9. 9; 게재승인 2011. 9. 14)

## Seroprevalence survey of swine influenza virus (H1N1, H3N2) in pigs in Gyeongnam area

Eun-Hee Jang\*, Do-Yun Hah, Dong-Yeop Park, Kuk-Cheon Lee, Jung-Ho Heo

Central Branch of Gyeongnam Livestock Veterinary Promotion Research Institute, Kimhae 621-833, Korea

(Received 30 August 2011; revised 9 September 2011; accepted 14 September 2011)

### Abstract

Swine influenza is an acute respiratory disease prevalent in pig-growing areas all around the world and plays the roles of an intermediate host to be transmitted to mammals including human beings through a genetic recombination with the avian influenza virus. Recognizing that people could be contracted with swine influenza, this study set out to investigate the seroprevalence of individual and multiple infections with two subtypes (H1N1 and H3N2) of the swine influenza virus in pig farms in the Gyeongnam region according to age, area, and season, as well as to provide basic data for the prevention and control of swine influenza. Used in the study were total 904 swine sera that were not vaccinated against the influenza gathered from the pig farms in the Gyeongnam region from November, 2009 to October, 2010. HerdChek SIV (H1N1, H3N2) ELISA kit (IDEXX Laboratories, USA) was used for antibody testing against swine influenza. The test results show that 370 sera (40.9%) were infected with either H1N1 or H3N2 with 37.3% (337 sera) being contracted with H1N1, 13.1% (118 sera) with H3N2, and 9.4% (85) with both H1N1 and H3N2.

**Key words** : Swine influenza, H1N1, H3N2, Seroprevalence

### 서 론

돼지인플루엔자는 *Orthomyxoviridae* influenza virus type A에 의해 유발되는 급성, 전염성, 호흡기 질병으로 전 세계적으로 돼지 생산지역에서 유행하며 돈군 감염 시 1~3일의 잠복기를 거쳐 대부분 돼지에서 동시에 임상증상이 나타나고 기침, 재채기, 발열, 식욕 부진, 체중감소, 결막염, 비염, 개구 노력성 복식호흡, 호흡곤란 등의 임상증상을 보이며 모든 감염의 경우

유산, 사산, 허약자돈 분만 그리고 불임 등의 번식장애를 나타낸다(Easterday와 Van Reeth, 1999). 일반적으로 이환율은 매우 높지만 단독감염일 경우 치사율은 낮아서 임상증상 후 5~7일에 회복되나 다른 병원체의 감염을 유발하여 양돈 산업에서 막대한 경제적 손실을 일으킨다(Easterday 1972; Easterday와 Van Reeth, 1999).

돼지인플루엔자 바이러스는 1918년 스페인 독감 대유행 때 처음으로 검출되어 주목받게 되었으며 1930년 사람에서 첫 돼지인플루엔자 바이러스가 분리동정 되었다. 돼지인플루엔자 바이러스 중 H1N1,

\*Corresponding author: Eun-Hee Jang, Tel. +82-55-211-5770, Fax. +82-55-211-5779, E-mail. jeh972629@korea.kr

H3N2와 H1N2 세 가지 subtype이 세계적으로 순환 감염되고 있으며 홍콩독감 대유행은 돼지로부터 전염된 H3N2 subtype이었다(Murphy와 Webster, 1990).

아시아에서는 1970년 후반부터 돼지인플루엔자에 대한 감염이 보고되고 있는데, 이는 대체로 H1N1과 H3N2에 의한 것이었다. 중국에서 분리한 돼지의 H3N2가 사람의 것과 비슷하다고 보고된 바 있다(Kida 등, 1988; Guan 등, 1996; Chutinimitkul 등, 2008).

국내에서는 1997년 권 등(1997)이 호흡기 증상을 나타낸 자돈의 폐조직에서 닭 적혈구에 강하게 응집하는 A형 인플루엔자 바이러스를 분리 동정하였다. 발생동향은 1998년 류와 김(1998)에 의한 돼지인플루엔자 바이러스 A type에 대한 항체 양성률 조사에서 59%의 항체 양성률을 보고하였다.

돼지인플루엔자에 대한 혈청학적 진단법 중 효소면역측정법(Enzyme-linked immunosorbent assay, ELISA)은 민감도가 가장 높은 검사방법으로 돼지인플루엔자 바이러스 감염증의 혈청검사에서 일반적으로 사용된다. 모체이행 항체는 2~4개월간 지속하며, 감염된 이유자돈의 증상 발현 정도와 회복률은 모체이행 항체의 수준에 의해 결정된다. 백신에 의한 체액성 면역반응은 감염에서의 면역반응과 비슷하며, 백신에 의한 항체 수준은 감염에 의한 항체 수준보다 낮다(Easterday, 1972).

돼지는 influenza virus A의 subtype 중 H1N1과 H3N2에 가장 감수성이 높으며, 돼지 기관 상피세포에는 조류 인플루엔자 바이러스와 사람 인플루엔자 바이러스에 친화성 있는 수용기가 있어 돼지는 조류 인플루엔자 바이러스와 유전자 재조합을 거쳐 사람을 포함한 포유동물에 전파할 수 있는 중간숙주의 역할을 한다(Easterday와 Van Reeth, 1999; Karasin 등, 2004). 즉 돼지인플루엔자 바이러스는 사람으로 전파가 가능하고 감염된 사람의 경우에 따라 사망할 수 있는 인수공통전염병이다(Dowdle과 Hattwick, 1977; Dacso 등, 1984).

이렇듯 돼지 인플루엔자에 대한 혈청학적 조사는 경제적 그리고 공중보건학적으로 아주 중요하다. 따라서 본 연구는 사람들에게도 감염을 일으킬 수 있는 돼지인플루엔자에 대해 경남지역 돼지사육농가에서 돼지 인플루엔자 바이러스의 두 가지 subtype (H1N1, H3N2)에 대하여 연령별, 지역별, 계절별 단독 및 복합감염의 항체 양성률을 조사하여, 돼지인플루엔자 예방과 방역에 기초 자료를 제공하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 공시재료

2009년 11월부터 2010년까지 10월까지 경남축산진흥연구소에 의뢰된 돼지 혈액 중 돼지인플루엔자 백신을 하지 않은 혈청 904두분을 임의 선택하여 사용하였다. 혈청은 연구목적에 맞게 지역별, 일령별, 계절별로 구분하였다.

지역별로는 경남 서부(진주, 산청 등), 경남 중부(함안, 통합 창원시 등) 및 경남 동부(양산 등)로, 일령별은 포유자돈(30일령 이하), 이유자돈(70일령 이하), 육성돈(120일령 이하), 비육돈(121일령 이상), 후보돈 및 모돈으로 구분하였으며, 계절별로 봄(3~5월), 여름(6~8월), 가을(9~11월) 및 겨울(12~2월)로 각각 구분하였다.

각각의 혈액들은 3,000 rpm, 4°C에서 15분간 원심분리한 후 상층액을 1.5 ml microtube에 옮긴 후 56°C의 water bath에서 30분간 비동화 과정을 거친 후 검사에 사용하였다.

### 효소면역측정법

돼지인플루엔자에 대한 항체검사는 효소면역항체 검사법을 이용한 HerdChek SIV (H1N1, H3N2) ELISA kit (IDEXX Laboratories, USA)를 사용하였다. 검사방법은 제조회사에서 공급하는 방법에 따라 검사혈청을 시료 희석액으로 40배 희석하고, 양성 음성대조 혈청은 희석하지 않고 swine influenza antigen coated plate에 100 µl씩 분주하고, 실온에서 30분 동안 반응시켰다. 각 well을 phosphate buffered wash solution으로 5번 세척 후 각 well에 anti-porcine: HRPO conjugate를 100 µl씩 분주하고 실온에서 30분 반응시킨 후 앞서 언급한 세척과정을 반복하였다. 각 well에 TMB (tetramethylbenzidine) substrate solution을 100 µl씩 추가한 후 실온에서 10분간 반응 후 다시 stop solution을 100 µl씩 가하고 ELISA reader (Magellan, version 3.1)를 이용하여 흡광도 650 nm의 파장에서 optical density (OD)를 측정하였다. S/P ratio가 0.4 이상이면 돼지인플루엔자 항체에 대한 양성으로 0.4 미만이면 음성으로 판정하였다.

## 결 과

### 돼지인플루엔자 H1N1, H3N2 감염률

총 52 농가 904두에 대한 돼지인플루엔자 H1N1, H3N2의 감염률을 검사한 결과 370두가 감염되어 40.9%의 감염을 보였으며, H1N1은 37.3% (337두), H3N2는 13.1% (118두), H1N1+H3N2의 동시감염은 9.4% (85두)였다(Table 1).

### 지역별 감염률

지역별 감염률 검사 결과 경남 서부(진주, 산청 등) 지역은 H3N2가 23.3%, H1N1이 20.7%, H1N1+H3N2가 10.3%였으며, 경남 중부(함안, 통합 창원시 등) 지역은 H1N1이 38.7%로 높고, H3N2가 7.3%, H1N1+H3N2가 7.6%였고, 경남 동부(양산 등)에서는 H1N1이 47.8%로 매우 높고, H3N2가 11.9%, H1N1+H3N2가 10.7%였다(Table 2).

### 일령별 감염률

각 일령별 돼지인플루엔자 바이러스 항체 양성률은 Table 3와 같다. 일령별 H1N1 양성률은 포유자돈이 63.3%로 가장 높았으며, 모돈 61.0%, 후보돈 32.3%, 육성돈 29.0%, 이유자돈 26.5%, 비육돈 20.3%였으며, H3N2는 포유자돈 38.3%, 모돈 27.9%로 높았고, 그 밖의 일령에서는 3.3~6.5%의 양성률을 보였다. 그리

**Table 1.** Swine influenza virus (H1N1, H3N2) seropositive rate in Gyeongnam area

SIV subtype	Positive/Test	Positive rate (%)
H1N1	337/904	37.3
H3N2	118/904	13.1
H1N1+H3N2	85/904	9.4

**Table 2.** The seroprevalence of swine influenza virus (H1N1, H3N2) according to the regions in Gyeongnam area

Region	No. of sample	Seroprevalence		
		H1N1 (%)	H3N2 (%)	H1N1+H3N2 (%)
Western	232	48 (20.7)	54 (23.3)	24 (10.3)
Central	354	137 (38.7)	26 (7.3)	27 (7.6)
Eastern	318	152 (47.8)	38 (11.9)	34 (10.7)
Total	904	337 (37.3)	118 (13.1)	85 (9.4)

고 H1N1+H3N2에서도 포유자돈 32.5%, 모돈 22.1%로 높고, 그 밖의 일령은 1.2~3.2%였다.

### 계절별 감염률

계절별 돼지인플루엔자 바이러스 감염률은 포유자돈을 제외한 784두에 대하여 검사하였으며 결과는 Table 4와 같다. H1N1은 여름철이 46.5%로 가장 높고, 봄 36.6%, 가을 32.2%, 겨울 30.2%였으며, H3N2는 여름 15.8%로 높고, 봄 6.0%, 가을 6.0%, 겨울 5.8%였다. 그리고 H1N1과 H3N2의 복합감염은 여름 9.2%, 가을 5.4%, 겨울 3.7%, 봄 3.3%였다.

## 고 찰

인플루엔자 바이러스는 사람, 해저 포유류, 조류, 돼지 등의 다양한 종에서 질병을 일으키고 있으며 (Murphy와 Webster, 1990), 이들 종간에 서로 교차 감염된 보고가 많다(Hinshaw 등, 1978; Austin과 Webster, 1986; Guan 등, 1996; Karasin 등, 2004). 돼지는 인플루엔자 바이러스 A의 subtype 중 H1N1과 H3N2에 가장 감수성이 높으며, 특히 사람 인플루엔자 바이러스

**Table 3.** The seroprevalence of swine influenza virus (H1N1, H3N2) according to the age of pig in Gyeongnam area

Age	No. of sample	Seroprevalence		
		H1N1 (%)	H3N2 (%)	H1N1+H3N2 (%)
Sucker	120	76 (63.3)	46 (38.3)	39 (32.5)
Weaner	162	43 (26.5)	8 (4.9)	2 (1.2)
Grower	162	47 (29.0)	7 (4.3)	3 (1.9)
Finisher	182	37 (20.3)	6 (3.3)	3 (1.6)
Gilt	124	40 (32.3)	8 (6.5)	4 (3.2)
Sow	154	94 (61.0)	43 (27.9)	34 (22.1)
Total	904	337 (37.3)	118 (13.1)	85 (9.4)

**Table 4.** The seroprevalence of swine influenza virus (H1N1, H3N2) according to the season in Gyeongnam area

Season	No. of sample	Seroprevalence		
		H1N1 (%)	H3N2 (%)	H1N1+H3N2 (%)
Spring	183	67 (36.6)	11 (6.0)	6 (3.3)
Summer	228	106 (46.5)	36 (15.8)	21 (9.2)
Fall	184	63 (32.2)	11 (6.0)	10 (5.4)
Winter	189	57 (30.2)	11 (5.8)	7 (3.7)
Total	784	293 (37.4)	69 (8.8)	44 (5.6)

및 조류 인플루엔자 바이러스에 친화성 있는 수용기가 모두 있어 유전자 재조합을 거쳐 사람을 포함한 포유동물에 전파할 수 있는 매개체 역할을 한다 (Sheerar 등, 1989; Jung 등, 2007). 돼지 인플루엔자 바이러스의 사람으로 전파는 1976년 미국 Wisconsin 농장에서 처음으로 증명되었으며(O'Brian 등, 1977), 돼지인플루엔자 H1N1 subtype은 사람에게 치명적임이 계속 보고되었으며(Rota 등, 1989; Wentworth 등, 1994) 2009년 조류유래 돼지 인플루엔자 H1N1 subtype이 새로운 human pandemic을 일으켰다. 따라서 돼지인플루엔자 바이러스는 공중보건학적으로도 중요한 의미를 가진다.

2009년 11월부터 2010년까지 10월까지 경남축산진흥연구소에 의뢰된 돼지 혈액 중 swine influenza 백신을 하지 않은 혈청 904두분을 임의 선택하여 돼지 인플루엔자 바이러스 H1N1과 H3N2에 대한 항체 양성률을 조사한 결과 370두가 항체양성을 보여 40.9%의 항체 양성률을 보였고, H1N1은 337두에서 항체양성을 보여 37.3%의 항체 양성률을, H3N2의 항체 양성률은 12.8% (118두)로 H1N1의 감염률이 H3N2보다 높은 감염률을 보였다. 그리고 H1N1 및 H3N2 동시에 항체양성인 경우가 9.4% (85두)였다.

1996~1997년 류 등(1998)은 인플루엔자 바이러스 A type에 대한 항체 양성률이 59%, 그 중 H1이 15%, H3가 24%, H1과 H3의 항체가 공존하는 것이 20%라고 보고하였으며, 1998~2000년 김 등(2002)은 H3에 대한 항체 보유율 조사에서 1998년 76.8%, 1999년 83.2%, 2000년 81.6%로 1998년 가을부터 유행이 있었고 이후 항체 양성률이 높아졌을 것으로 보고하였고, Jung 등(2002)은 2000~2001년 전국 130개 양돈장의 비육돈에서 H1N1의 항체 양성률이 77.7%라고 보고하였다. 이후 2004~2005년 윤 등(2007)은 H1N1이 37.23%, H3N2가 20.82%, H1N1과 H3N2 복합감염이 10.62%라고 보고한 결과를 보면, H1과 H3가 1997년 이전에도 감염률이 높았음을 알 수 있으며, 1998년 이후 대유행을 보인 후 2004~2005년까지 감염률이 큰 폭으로 감소한 것으로 보이며, 본 조사는 경남지역에 한정된 결과이기는 하나, 2007년 윤 등(2007)이 보고한 결과와 유사한 결과를 보여 2005년 이후에는 H1N1이 H3N2보다 높은 감염률을 보이는 것으로 생각한다.

지역별 감염률 검사 결과 경남 서부지역은 H1N1이 20.7%, H3N2가 23.3%로 비슷한 감염을 보인 반면, 경남 중부와 동부지역은 H1N1의 감염률이 38.7%

와 47.8%로 높고, H3N2는 7.3%와 11.9%로 낮아 지역적으로 다소 차이를 보였다.

일령별 검사에서 H1N1 양성률은 포유자돈이 63.3%로 가장 높았으며, 이유자돈 26.5%, 육성돈 29.0%, 비육돈 20.3%, 후보돈 32.3%, 모돈 61.0%였으며, H3N2는 포유자돈 38.3%, 모돈 27.9%로 높았고, 그 밖의 일령에서는 3.3~6.5%의 양성률을 보였다. 그리고 H1N1+H3N2에서도 포유자돈 32.5%, 모돈 22.1%로 높고, 그 밖의 일령은 1.2%~3.2%였다. 2004~2005년 윤 등(2007)은 일령별 검사에서 H1N1 양성률이 포유자돈 42.74%, 이유자돈 14.20%, 육성돈 25.85%, 비육돈 36.55%, 후보돈 45.21%, 모돈 57.41%, H3N2는 포유자돈 14.84%, 이유자돈 16.57, 육성돈 11.56%, 비육돈 23.45%, 후보돈 33.71%, 모돈 24.69%로 보고하였는데, 본 시험의 결과와 비교해 볼 때 모체이행 항체로 판단되는 포유자돈의 항체 형성률이 본 시험에서 매우 높고, 이유자돈 이후의 단계별 항체 양성률에서도 완만한 상승이나 변화가 거의 없는 것으로 보아 본 시험시기가 윤 등이 검사한 시기보다 사육환경이나 분만관리가 좋아진 결과로 판단된다. 또한, 다른 시기에 비하여 모돈에서 높은 항체 양성률을 보인 것은 돼지 인플루엔자 바이러스가 임신이나 분만 등의 스트레스에 의해 면역이 약해질 때 감염이 이루어진 것으로 보인다.

돼지인플루엔자 백신을 접종하지 않은 모돈에서 태어난 자돈의 모체이행 항체는 6~8주령까지 검출할 수 있으나, 백신을 접종한 모돈에서 태어난 자돈의 이행항체는 18~20주령까지 검출이 가능하다(Yoon과 Janke, 2002)고 하였는데, 이번 실험 결과 특히 포유자돈에서 높은 항체 양성률은 모돈의 이행항체에 의한 것으로 판단되며, 이유자돈에서 양성률이 급격히 떨어진 것은 모체이행 항체가 이유 전후에 대부분 소실되어 이유 직후 감염이 이루어지는 것으로 생각되므로 모체이행 항체가 떨어지고 이유로 인한 스트레스를 가장 많이 받는 이 시기에 예방을 위한 철저한 관리가 이루어져야 할 것으로 생각한다.

계절별 감염률은 모체이행 항체로 판단되는 포유자돈 120두를 제외한 784두에 대하여 실시하였는데 H1N1은 여름철이 46.5%로 가장 높고, 봄 36.6%, 가을 32.2%, 겨울 30.2%였으며, H3N2는 여름 15.8%로 높고, 봄 6.0%, 가을 6.0%, 겨울 5.8%였다. 그리고 H1N1과 H3N2의 복합감염은 여름 9.2%, 가을 5.4%, 겨울 3.7%, 봄 3.3%의 항체 양성률을 보여 여름철에 다소 높은 감염률을 보였다.

1996~1997년 류 등(1998)은 H3의 경우 계절에 상관없이 일정하게 40~45%의 항체양성을 유지했고, 여름과 가을 사이에는 약간 낮아지는 경향을 보였고, H1의 경우는 전체적으로 30~47% 정도의 항체가 양성률을 나타냈으며, 봄부터 여름사이 항체가 수준이 높아졌으나, 여름 이후 가을까지는 낮아지는 양상을 보였다고 하였고, 2004~2005년 윤 등(2007)은 H1N1의 경우 봄 36.49%, 여름 33.79%, 가을 38.75%, 그리고 겨울 39.44%로 나타났는데 이는 통계로 분석한 결과 유의차가 존재하지 않는다고 하였고, H3N2의 계절에 따른 항체 양성률은 봄 22.79%, 여름 14.61%, 가을 34.17%, 그리고 겨울 11.55%로 나타났으며 이는 계절에 따른 유의성 있는 차이가 존재하는 것으로 통계분석 결과 나타나 봄과 가을이 여름과 겨울에 비하여 높은 항체 양성률을 나타낸다고 하였는데, 이번 조사에서는 특히 여름철에 높은 양성률을 보였다가 가을과 겨울에 떨어지는 경향을 보였는데 이는 봄과 여름 사이에 돼지인플루엔자 바이러스가 스쳐 지나간 것으로 판단된다.

이번 조사결과 경남지역의 돼지인플루엔자 바이러스는 H1N1이 H3N2보다 감염률이 높고 감염일령은 모체이행 항체의 소실시기이자 가장 스트레스를 많이 받는 이유직후에 이루어지는 것으로 판단되며, 감염시기는 봄, 가을과 같이 일교차가 큰 환절기에 큰 영향을 미치는 것으로 생각하나 본 시험에서는 여름에 높은 감염률을 보여 특정 계절이 아닌 유행에 의해 감염도 문제가 되는 것으로 판단된다. 본 질병의 감염을 예방하기 위해서는 분만 시 모체이행항체를 충분히 받아서 모돈으로부터 감염을 예방하고, 이유 시 스트레스를 받지 않도록 충분한 영양분을 공급하고, 환기, 온도 등 철저한 사양관리 등 적절한 예방대책이 필요할 것으로 생각한다.

## 결 론

2009년 11월부터 2010년까지 10월까지 경남지역에서 사육중인 돼지중 돼지인플루엔자 백신을 하지 않은 904두분에 대한 돼지인플루엔자 H1N1, H3N2의 지역별, 연령별, 계절별 항체 양성률을 분석한 결과는 다음과 같다.

1. 경남지역 내 돼지인플루엔자 감염률은 40.9%였으며, H1N1 37.3%, H3N2 12.8%, 복합 감염률은 9.4%였다.

2. 지역별 감염률은 서부지역은 H3N2가 23.3%, H1N1이 20.7%, H1N1+H3N2가 10.3%였으며, 중부지역 H1N1이 38.7%로 높고, H3N2가 7.3%, H1N1+H3N2가 7.6%, 동부지역 H1N1이 47.8%로 매우 높고, H3N2가 11.9%, H1N1+H3N2가 10.7%였다.

3. 일령별 H1N1 양성률은 포유자돈 63.3%로 가장 높고, 모돈 61.0%, 후보돈 32.3%, 육성돈 29.0%, 이유자돈 26.5%, 비육돈 20.3%였으며, H3N2는 포유자돈 38.3%, 모돈 27.9%로 높았고, H1N1+H3N2는 포유자돈 32.5%, 모돈 22.1%였다.

4. 계절별 감염률은 H1N1은 여름철이 46.5%로 가장 높고, 봄 36.6%, 가을 32.2%, 겨울 30.2%였으며, H3N2는 여름 15.8%로 높고, 봄 6.0%, 가을 6.0%, 겨울 5.8%였다.

## 참 고 문 헌

- 권준현, 김병한, 탁동섭, 조수동, 안수환, 김현수. 1997. 돼지 인플루엔자 바이러스 분리 및 혈청학적 역학조사. 대한수의학회지 37(부록3): 47-48.
- 김종란, 이재영, 송대섭, 오진식, 박봉균. 2002. 돼지인플루엔자바이러스 A형 H3 국내 분리주에 대한 혈청학적 역학조사. 대한수의학회지 42: 523-529.
- 류영수, 김로미. 1998. 돼지 인플루엔자 바이러스의 혈청학적 역학조사 및 유전학적 분석. 대한수의학회지 38: 53-63.
- 윤재순, 박봉균, 한정희. 2007. 국내의 돼지 인플루엔자 바이러스(H1N1, H3N2)의 혈청학적 조사. 대한수의학회지 47: 273-279.
- Austin FJ, Webster RG. 1986. Antigenic mapping of an avian H1 influenza virus haemagglutinin and interrelationships of H1 viruses from humans, pigs and birds. J Gen Virol 67: 983-992.
- Chutinimitkul S, Thippamom N, Damrongwatanapokin S, Pa-yungporn S, Thanawongnuwech R, Amonsin A, Boon-suk P, Sreta D, Bunpong N, Tantilertcharoen R, Chamnapood P, Parchariyanon S, Theamboonlers A, Poovorawan Y. 2008. Genetic characterization of H1N1, H1N2 and H3N2 swine influenza virus in Thailand. Arch Virol 153: 1049-1056.
- Dacso CC, Couch RB, Six HR, Young JF, Quarles JM, Kasel JA. 1984. Sporadic occurrence of zoonotic swine influenza virus infections. J Clin Microbiol 20: 833-835.
- Dowdle WR, Hattwick MA. 1977. Swine influenza virus infections in humans. J Infect Dis 136 (Suppl): S386-389.
- Easterday BC. 1972. Immunologic considerations in swine influenza. J Am Vet Med Assoc 160: 645-648.
- Easterday BC, Van Reeth K. 1999. Swine Influenza. pp. 277-290. In: Straw BE, D'Allaire S, Mengeling WL, Taylor

- DJ(ed.). Disease of Swine. 8th ed. Iowa State University Press. Ames, Iowa.
- Guan Y, Shortridge KF, Krauss S, Li PH, Kawaoka Y, Webster RG, 1996. Emergence of avian H1N1 influenza viruses in pigs in China. *J Virol* 70: 8041-8046.
- Hinshaw VS, Webster RG, Turner B. 1978. Novel Influenza A viruses isolated from Canadian feral ducks: including strains antigenically related to swine influenza (Hsw-H1N1) viruses. *J Gen Virol* 41: 115-127.
- Jung K, Song DS, Kang BK, Oh JS, Park BK. 2007. Serologic surveillance of swine H1 and H3 and avian H5 and H9 influenza A virus infections in swine population in Korea. *Prev Vet Med* 79: 294-303.
- Jung T, Choi C, Chung HK, Kim J, Cho WS, Jung K, Chae C. 2002. Herd-level seroprevalence of swine-influenza virus in Korea. *Prev Vet Med* 53: 311-314.
- Karasin AI, West K, Carman S, Olsen CW. 2004. Characterization of avian H3N3 and H1N1 Influenza A viruses isolated from pigs in Canada. *J Clin Microbiol* 42: 4349-4354.
- Kida H, Shortridge KF, Webster RG, 1988. Origin of the hemagglutinin gene of H3N2 influenza viruses from pigs in China. *Virology* 162: 160-166.
- Murphy BR, Webster RG. 1990. Orthomyxoviruses. pp. 1091-1152. In: Fields BN, Knipe DM, Chanock RM, Hirsch MS, Melnick JL, Monath TP, Roizxman B(ed.). *Fields virology*. 2nd ed. Raven Press, New York.
- O'Brien RJ, Noble GR, Easterday BC, Kendal AP, Shasby DM, Nelson DB, Hattwick MA, Dowdle WR. 1977. Swine-like influenza virus infection in a Wisconsin farm family. *J Infect Dis* 136 (Suppl): S390-396.
- Rota PA, Rocha EP, Harmon MW, Hinshaw VS, Sheerar MG, Kawaoka Y, Cox NJ, Smith TF. 1989. Laboratory characterization of a swine influenza virus isolated from a fatal case of human influenza. *J Clin Microbiol* 27: 1413-1416.
- Sheerar MG, Easterday BC, Hinshaw VS. 1989. Antigenic conservation of H1N1 swine influenza viruses. *J Gen Virol* 70: 3297-3303.
- Wentworth DE, Thompson BL, Xu X, Regnery HL, Cooley AJ, McGregor MW, Cox NJ, Hinshaw VS. 1994. An Influenza A (H1N1) virus, closely related to swine influenza virus, responsible for a fatal case of human influenza. *J Virol* 68: 2051-2058.
- Yoon KJ, Janke BH. 2002. Swine influenza. pp. 23-28. In: Morilla A, Yoon KJ, Zimmerman JJ(ed.). *Trends in Emerging Viral Infections of Swine*. Iowa State Press, Ames.