韓家衛誌 第26卷 第1號
Korean J Vet Serv(2003) 26(1) : 11~18

축종별 일본뇌염바이러스에 대한 항체보유율 조사

이상준[1], 정년기, 송운재, 장승익, 하숙희, 문병천, 이필돈

대전광역시보건환경연구원
(접수 2003. 1. 2, 게재승인 2003. 2. 20)

Serological survey of *Japanese encephalitis virus* in domestic animals

Sang-Joon Lee[1], Nyun-Ki Chung, Woun-Jae Song, Seung-Ik Jang, Sook-Hee Ha, Byung-Cheon Moon, Pil-Don Lee

Daejeon Metropolitan Health & Environment Research Institute, Daejeon, 305-338, Korea
(Received 2 January 2003, accepted in revised from 20 February 2003)

Abstract

A total of 1,024 sera were collected from cattle(227), pigs(465), chickens(257) and dogs(75) raised or slaughtered in Daejeon metropolitan city from April to September 2002. *Japanese encephalitis virus*(JEV) antibodies in sera were detected by the haemagglutination inhibition test.

The prevalence rates of JEV antibodies were 99.1 %, 54.0 %, 63.0 % and 98.7 % in cattle, pigs, chickens and dogs, respectively. In case of cattle and dogs, the monthly antibody-positive rates were as high as 85.7~100.0 % and there were no differences among six months. In case of pigs, the monthly antibody-positive rate showed the lowest in April(6.4 %) and the highest in July(100.0 %) and it remained above 50 % during the summer-time. In case of chickens, the monthly antibody-positive rate was 100.0 % in July & August, 80.5 % in June, 40.0 % in May, 7.5 % in September and 5.0 % in April in order and there were distinct differences in seasons.

Key words : Japanese encephalitis, Antibody, Cattle, Pig, Chicken, Dog

서 론

우리나라 한반도는 위도 33°에서 38°에 위치하고 있는 매우 온화하고 살기 좋은 지역이나 이러한 기후조건은 모기의 활동을 용이하게 하여 하절기마다 많은 모기 매개성 질병이 상재

[1]Corresponding author
Phone : +82-42-863-6296, Fax : +82-42-863-6294
E-mail : lsjun22@hanmail.net

하고 있다. 우리나라에서 일본뇌염은 가장 문제시되는 모기매개질병 중의 하나이며 돼지에 감염되면 번식장애를 일으켜 축산농가에 경제적 피해를 가져올 뿐만 아니라 사람에게 감염되면 중추신경계의 장애를 수반하여 높은 치사율을 나타내는 인수공통전염병이다[1-3].

일본뇌염의 병원체는 *Flaviviridae*의 *Flavivirus*에 속하는 Japanese encephalitis 바이러스로서 이 그룹에는 St Louis encephalitis, Murray Valley encephalitis, West Nile encephalitis 바이러스 등이 있으며 우리나라를 포함한 일본, 중국, 대만, 필리핀, 인도네시아, 인도 등 동남아시아 여러 나라에서 발생되고 있다. 일본뇌염에 감염된 모든 돼지가 임상증상을 일으키는 것은 아니지만, 임신돈 주로 초산돈에서 발생비율이 가장 높아 예방 접종을 받지 않은 초임돈이 감염되면 약 40% 정도의 유산 및 사산을 일으킨다. 사람의 경우에는 대부분 불현성으로 감염되어 무증상이나 15세 미만의 어린아이에게 발병하게 되면 치명적인 뇌막염을 일으켜 치사율이 높으며 회복되더라도 심한 후유증을 남기는 수가 많다[1,3~7].

일본뇌염을 전파하는 매개모기는 작은빨간집모기(*Culex tritaeniorhynchus*)로서 바이러스 보유모기가 산란기에 돼지를 흡혈하면 2-3일간의 viremia를 거쳐 돼지가 감염되며 이때 감염된 돼지를 정상적인 모기가 흡혈하면서 감염되어 모기→돼지→모기의 cycle을 형성하게 된다. 이러한 일본뇌염감염모기가 사람을 흡혈하게 되면 사람이 감염된다. 일본뇌염은 대부분의 동물에 대해서도 감수성이 있어 감염원의 역할을 하나 돼지와 말을 제외하면 증상 없이 불현성 감염하는 것으로 알려져 있다. 우리나라에서는 1946년 일본뇌염의 존재가 처음으로 확인된 이래 1949년에 5,616명의 환자가 발생하여 2,779명이 사망하는 대유행이 있었으며 그 후에도 매년 여름마다 일본뇌염의 높고 낮은 유행이 있으면서 많은 인명피해를 가져왔다. 그러나 1980년대 중반부터 인체와 동물에 대한 국가적인 대규모 예방접종 실시 등으로 발생율이 감소하여 근간에는 년간 극소수의 환자에서 발생보고 되고 있다[1,3~7].

그러나 기후 및 환경의 변화요인에 따라 언제 어느 때나 유행가능성이 있다는 점과 인수공통전염병으로서 사람을 비롯한 거의 모든 동물들이 모기가 흡혈할 수 있는 대상이라는 점에 비추어 볼 때 일본뇌염바이러스 숙주 영역상 중요시되는 돼지뿐만 아니라 우리나라의 주요 가축인 소, 닭, 개에 대하여 혈청학적 방법으로 항체 보유율을 조사하여 이들 동물들이 일본뇌염의 자연계 숙주로서 어느 정도의 역할을 차지하는 지 그리고 증폭숙주인 돼지 이외에도 감시동물로서의 유용성이 있는지를 알아보고자 본 조사를 실시하였다.

재료 및 방법

가검혈청 채취

2002년 4월부터 9월까지 대전광역시 관내 도축장 또는 닭도축장에 출하되거나 또는 관내 농가에 사육되고 있는 소(227두), 돼지(465두), 닭(257수), 개(75마리) 총 1,024두수를 대상으로 혈액을 채취하였다. 검사대상의 품종과 연령은 소의 경우 2~5세 된 한우와 유우, 돼지의 경우 5~6개월 된 비육돈, 닭의 경우 40일 전후의 육계 그리고 개의 경우 1세 전후의 사육 견을 대상으로 하였다. 채혈한 혈액은 실온에서 응고시킨 다음 원심 분리하여 혈청을 분리하였고 56℃에서 30분간 비동화한 후 실험에 사용할 때까지 -20℃에서 보관하였다.

항원 제조

항원은 Nakayama주를 포유마우스 뇌내에 접종하여 acetone처리한 것을 국립수의과학검역원에서 분양 받아 -70℃에 보관하면서 사용하였다. 일본뇌염의 혈구응집역가는 pH의 영향을 많이 받으므로 항원 희석액을 여러 다른 pH RBC용액에 적정하여 최적 항원역가를 구하였으며 본 실험에서는 pH로 6.2를 사용하였다.

가검혈청 전처리

혈청의 전처리 및 혈구응집억제반응은 Clarke와 Casals의 방법을 부분 개량하여 실시하였으

Table 1. Monthly distribution of antibody titers to JEV in bovine sera

Month	No of sera	HI antibody titer								Positive rate* (%)
		<10	10	20	40	80	160	320	640	
Apr	39	1	4	13	12	8	1	0	0	97.4
May	39	0	5	10	13	8	3	0	0	100.0
Jun	44	1	0	6	17	15	4	1	0	97.7
Jul	28	0	0	0	7	17	3	0	1	100.0
Aug	36	0	0	0	4	19	9	4	0	100.0
Sep	41	0	0	0	2	19	13	6	1	100.0
Total	227	2	9	29	55	86	33	11	2	99.1

* Positive rate : No positive(HI antibody titer of ≥10) / No tested

며 혈청 중 비특이 억제물질 및 적혈구응집소를 제거하기 위하여 kaolin처리방법을 이용하였다[8,9]. 요약하면, 가검혈청 0.1㎖에 borate saline 0.4㎖와 25% kaolin 0.5㎖을 가하여 수시로 잘 흔들어 주면서 20분간 실온에서 감작시킨 다음 원심분리하였다. 상층액에 거위혈구 0.25㎖을 가하여 수시로 잘 흔들어 주면서 20분간 4℃에서 감작시킨 다음 원심분리하여 그 상층액을 실험에 사용하였다.

혈구응집억제반응

1 : 10부터 1 : 640까지 2단계 희석한 전처리 혈청 0.025㎖에 8unit 항원을 동량 가하여 잘 혼합한 후 하룻밤 4℃에서 배양하고 0.33% 거위혈구 부유액을 0.05 ㎖을 가하여 37℃에 1시간 정치 후 혈구응집이 억제되는 최대 혈청희석배수의 역수를 혈구응집억제 항체가로 판정하였다. 혈구응집억제가가 1 : 10 이상이면 양성으로 판정하였으며 매 실험별로 항원 및 혈구에 대한 대조군을 두고 비교 검토하였다.

결 과

소에서의 항체보유율

대전광역시 관내 도축장에 출하되거나 농가에 사육되고 있는 소에서 채취한 227두를 대상으로 일본뇌염의 월별 항체보유율 분포 및 변화를 조사한 결과 Table 1 및 Fig 1과 같다. 월별 HI 항체가 1 : 10 이상을 나타내는 분포는 4월 97.4%, 5월 100.0%, 6월 97.7%, 7월 100.0%, 8월 100.0%, 9월 100.0%로서 항체양성율은 대체로 97.4~100.0%로 높은 편이였다. 그리고 혈청역가는 4월 1 : 20, 5~6월 1 : 40, 7~9월 1 : 80에서 가장 높은 비율을 나타내어 혈청역가 수준이 상승하였다.

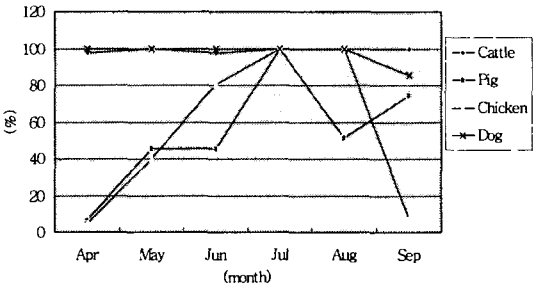

Fig 1. Monthly positive rate of antibodies to JEV in domestic animals

돼지에서의 항체보유율

관내 도축장에 출하되거나 농가에 사육되고 있는 돼지에서 채취한 465두를 대상으로 항체보유율 분포 및 변화를 조사한 결과 Table 2 및 Fig 1과 같다.

월별 HI 항체가 1 : 10 이상을 나타내는 분포는 4월 6.4%, 5월 45.7%, 6월 45.4%, 7월 100.0%, 8월 51.6%, 9월 74.4%로서 5월부터 항체양성률이 급격히 높아져 45.4~100.0%에서

Table 2. Monthly distribution of antibody titers to JEV in swine sera

Month	No of sera	HI antibody titer								Positive rate* (%)
		<10	10	20	40	80	160	320	640	
Apr	78	73	3	1	0	1	0	0	0	6.4
May	70	38	9	23	0	0	0	0	0	45.7
Jun	66	36	7	13	4	2	3	1	0	45.4
Jul	70	0	3	31	30	6	0	0	0	100.0
Aug	91	44	9	33	4	1	0	0	0	51.6
Sep	90	23	15	42	6	2	2	0	0	74.4
Total	465	214	46	143	44	12	5	1	0	54.0

* Positive rate : No positive(HI antibody titer of ≥10) / No tested

Table 3. Monthly distribution of antibody titers to JEV in fowl sera

Month	No of sera	HI antibody titer								Positive rate* (%)
		<10	10	20	40	80	160	320	640	
Apr	20	19	1	0	0	0	0	0	0	5.0
May	40	24	12	4	0	0	0	0	0	40.0
Jun	77	15	29	12	4	8	4	5	0	80.5
Jul	40	0	0	20	20	0	0	0	0	100.0
Aug	40	0	0	5	29	4	1	1	0	100.0
Sep	40	37	3	0	0	0	0	0	0	7.5
Total	257	95	45	41	53	12	5	6	0	63.0

* Positive rate : No positive(HI antibody titer of ≥10) / No tested

증감하는 경향을 보였다. 그리고 혈청역가는 1 : 10~1 : 20의 범위가 가장 많게 나타났는데 4월중에 가장 낮은 반면 7월에 가장 높은 경향을 보였다.

닭에서의 항체보유율

관내 닭도축장에 출하되거나 농가에 사육되고 있는 닭에서 채취한 257수를 대상으로 항체보유율 분포 및 변화를 조사한 결과 Table 3 및 Fig 1과 같다.

월별 HI 항체가 1 : 10 이상을 나타내는 분포는 4월 5.0%, 5월 40.0%, 6월 80.5%, 7월 100.0%, 8월 100.0%, 9월 7.5%로서 5월과 6월을 거치면서 급격히 높아져 7~8월에 100.0%로 최고조에 달하였으며 이후 9월에는 급격하게 낮아졌다. 그리고 4~6월에 1 : 10, 7~8월에 1 : 20~1 : 40으로 가장 많은 비율을 나타내어 항체보유율 추세와 같이 점진적으로 상승하여 8월에 가장 높았고 이후 9월에 급속히 낮아졌다.

개에서의 항체보유율

관내 농가에 사육되고 있는 개에서 채취한 75마리를 대상으로 항체보유율 분포 및 변화를 조사한 결과 Table 4 및 Fig 1과 같다. 월별 HI 항체가 1 : 10 이상을 나타내는 분포는 4~8월은 100.0%, 9월은 85.7%로서 항체양성률은 대체로 85.7~100.0%로 높은 편이었다. 그리고 혈청역가는 4~5월에 1 : 40~1 : 80, 6~7월에

Table 4. Monthly distribution of antibody titers to JEV in canine sera

Month	No of sera	HI antibody titer								Positive rate* (%)
		<10	10	20	40	80	160	320	640	
Apr	11	0	0	0	2	5	3	1	0	100.0
May	17	0	0	0	7	6	4	0	0	100.0
Jun	11	0	0	1	1	3	5	1	0	100.0
Jul	17	0	0	0	4	3	7	3	0	100.0
Aug	12	0	0	3	5	2	2	0	0	100.0
Sep	7	1	1	1	2	1	1	0	0	85.7
Total	75	1	1	5	21	20	22	5	0	98.7

* Positive rate : No positive(HI antibody titer of ≥10) / No tested

1 : 160, 8~9월에 1 : 40으로 가장 많은 비율을 나타내어 점진적으로 혈청역가 수준이 상승하다가 7월을 정점으로 서서히 낮아지는 경향을 보였다.

고 찰

일본뇌염은 하절기에 모기매개에 의해 전파되는 공중보건학상 매우 중요한 인수공통전염병이다. 우리나라에서는 일본뇌염바이러스가 1946년 Sabin 등[10]에 의해 주한미군의 뇌염환자에서 처음 분리되고 1952년에 이 등[11]이 돼지의 유사산 태아로부터 바이러스를 분리 보고한 이래 일본뇌염 예방관리에 많은 진전이 있었다. 그러나 아직 일본뇌염바이러스의 월동기전을 포함한 자연계에서의 생태학적 관계가 명확하게 밝혀지지 않았고, 또한 대부분의 연구가 일본뇌염의 대유행이 있었던 1980년대 이전에 보고 되었는 바, 일본뇌염 발생의 역학조사를 위하여 JEV 감염이 현저히 감소한 현 시점에서 증폭숙주로 알려진 돼지를 포함한 주요 가축을 중심으로 일본뇌염 항체보유율을 조사하였다.

227두를 검사한 소의 경우 항체양성률은 99.1%로 이는 정 등[12]이 서울과 경기도 일원의 한우를 대상으로 조사한 80.0%와 문 등[13]이 송아지를 대상으로 한 40.0%보다는 높은 수치이며 문 등[13]이 성우를 대상으로 한 100.0 %와는 비슷한 결과이다. 월별 혈중 항체가 수준은 4월에서 9월로 갈수록 높아지는 것으로 나타나 소에서의 일본뇌염 항체형성이 6월부터 급속히 증가하여 10월에 최고점을 이룬다는 이전의 보고와 비슷한 결과를 보였다[14,15]. 소가 기타 가축에 비해 항체양성률이 높은 것은 아마도 검사대상 연령군이 2~5세인 관계로 최소한 몇 번의 하절기 일본뇌염 유행기를 거치면서 높은 항체가를 유지한 것으로 사료되었다.

465두를 검사한 돼지의 경우 항체양성률은 54.0%로 이는 조 등[16]이 전국의 도축장 출하돼지를 대상으로 조사한 71.4%와 정 등[12]이 조사한 69.7%보다는 낮았으나 박 등[17]이 전남지역의 돼지를 대상으로 조사한 32.0%와 인 등[18]과 신 등[19~21]이 1975년, 1976년, 1977년, 1981~1983년, 1984~1986년 각각 도축돼지에서 24.3%, 17.5%, 37.9%, 22.3%, 6.6%를 보고한 것보다는 높았다. 한편 2002년 일본뇌염 예측사업의 일환으로 국립보건원에서 실시한 결과는 11.7% 그리고 국립수의과학검역원에서의 결과는 56.9%의 양성률을 보였다[22,23]. 월별 항체보유율 추이는 7월 이후에 51.6~100.0 %의 양성률을 나타내어 7~8월을 지나면서 항체보유율 50%를 넘었다는 이전의 몇몇 보고와 일치하였다[12,16~18].

257수를 검사한 닭의 경우 항체양성률은 63.0%로 이 등[24]이 전국의 도계장에서 채취한 닭 혈액을 대상으로 조사한 8.3%, 문 등[13]이

조사한 20.0% 그리고 박 등[17]이 조사한 13.7% 보다는 높았다. 그리고 월별 항체보유율이 4월에 5.0%에서 5월 40.0%, 6월 80.5%, 7~8월 100.0 %로 급속히 상승했다가 9월에 7.5%로 극적으로 떨어지는 추이는 매우 흥미로운 결과이다. 이러한 결과는 늦여름이 일본뇌염매개모기인 *Culex tritaeniorhynchus*의 밀도가 가장 높은 시기임을 감안하면 상반되는 결과로서 아마도 닭에 있어서는 한여름에 높은 발생밀도를 보이는 빨간집모기(*C pipiens*)나 중국얼룩날개모기(*Anopheles sinensis*) 등과 같은 모기의 영향을 받았거나 아니면 다른 *Flavivirus*가 교차혈청반응을 일으킨 것은 아닌가 추측되나 이에 대한 확실한 증거는 없다[3,25,26].

개에 관한 일본뇌염에 대한 보고는 거의 없는 실정이며 본 조사에서 75두의 개를 검사한 결과 98.7%의 높은 항체양성률을 보여 개 또한 일본뇌염바이러스의 보유동물이 될 수 있다는 사실을 확인하였다.

일반적으로 증폭숙주인 돼지에서의 항체보유율이 50.0%에 이를 때 사람에서 진성 환자가 발생할 가능성이 매우 높다고 알려져 있으며 이는 본 결과와도 부합되었다[18,22]. 그러나 농장에서 비록 모돈 위주이긴 하나 백신을 사용하고 있는 점에 미루어 볼 때 단순한 예측이상은 기대하기 힘든 실정이다. 본 조사에서는 돼지 이외의 감시동물로서의 유용성도 살펴본 바 소와 개에서는 월별 차이 없이 일정하게 높은 양성률을 보여 사전 예측이 불가능하였으며 닭의 경우는 6~7월의 급격한 상승 등 모기활동시기와 거의 일치하여 증감하는 결과를 관찰할 수 있었다. 그러나 이러한 결과가 일본뇌염의 유행을 감지하는 의미 있는 지표인지에 관해서는 더 많은 연구가 필요하다고 본다.

최근의 자료는 돼지가 상대적으로 매우 적은 인도에서는 일본뇌염이 사람의 치명적인 질병으로 그 중요성이 증가되고 있는 반면 돼지의 70%이상이 감염되어 일본뇌염이 만연한 태국에서는 사람에서의 뇌염이 드물게 발생된다고 보고하고 있으며, 또한 일본뇌염매개모기가 거의 출현하지 않는 일본북부 북해도에서도 일본뇌염이 발생하는 등 과거와는 사뭇 다른 양상을 나타내어 다른 동물 종과 모기종이 일본뇌염 전파의 매개역할을 하는 것은 아닌가 고려되고 있다[3,27]. 일본뇌염은 다행히도 최근 급격히 감소하여 2002년의 경우 사람에서는 6건이 발생 보고되었으며, 돼지에 있어서도 일본뇌염으로 진단된 사례는 과거에 비해 많이 줄어들었다[28,29]. 그러나 일본뇌염의 유행양상이 매우 다변적이고 기후의 변화와도 밀접한 관계가 있는 것으로 알려져 있어 언제든지 방역대책을 소홀히 하거나 '엘리뇨' 현상, 지구온난화현상 등 기후환경이 변할 경우 과거처럼 일본뇌염이 대유행하거나 1999년 미국에서의 West Nile 바이러스 감염과 같은 새로운 모기매개질병이 발생할지 모르므로 항상 대비하여야 할 것이다.

결 론

2002년 4월부터 9월까지 대전광역시 관내 도축장에 출하되거나 관내 농가에 사육되고 있는 소 227두, 돼지 465두, 닭 257수, 개 75마리의 혈액을 채취하여 혈청을 분리하고 혈구응집억제반응법으로 일본뇌염에 대한 항체보유율을 조사한 바 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 조사 기간 내 축종별 평균 항체양성률은 소, 돼지, 닭 및 개에서 각각 99.1, 54.0, 63.0 및 98.7%로 나타났다.
2. 소와 개의 경우 월별 항체양성률 분포는 별 차이를 보이지 않으면서 높게 나타났으며 다만 혈청역가에서 소에서는 4월 이후 지속적으로 높아지고 개에서는 7월을 정점으로 다소 낮아지는 경향을 보였다.
3. 돼지에 있어서는 항체양성률이 4월(6.4%)에 가장 낮고 7월(100.0%)에 가장 높았으며 대체적으로 하절기에는 50.0% 이상의 수준을 유지하였다.
4. 닭에 있어서는 항체양성률이 7월과 8월 100.0%, 6월 80.5%, 5월 40.0%, 9월 7.5%, 4월 5.0% 순으로 나타나 계절별로 뚜렷한 차이를 보였다.

참고문헌

1. 정창국, 마점술, 김선중. 1987. 신제 가축질

병. 향문사, 서울 : 224~225.
2. Lee KW, Powers NR. 1990. The status of mosquito borne diseases in the Republic of Korea. *Yonsei Rep Trop Med* 21 : 59~63.
3. Straw BE, D'Allaire S, Mengeling WL, et al. 1999. Diseases of swine. 8 Ed., Iowa State University Press, Ames Iowa : 173~178.
4. 김정순. 1991. 역학각론 : 감염병. 신광출판사, 서울 : 228~233.
5. 최원필, 송희종, 김순재. 1997. 수의전염병학. 경북대학교 출판부, 대구 : 222~224.
6. Sazawa H. 1968. Japanese encephalitis in domestic animals. *Bull Off Int Epiz* 36th General Session.
7. Timoney JF, Gillespie JH, Scott FW, et al. 1988. Hagan and Bruner's microbiology and infectious diseases of domestic animals. 8 Ed., Comstock Publishing Associates, Ithaca and London : 768~769.
8. Clarke DH, Casals J. 1958. Techniques for hemagglutination and hemagglutination-inhibition with arthropod-borne viruses. *Am J Trop Med Hyg* 7 : 561~573.
9. 류영수, 박최규, 장정호. 1997. 가축질병진단. 이공월드, 서울 : 55~61.
10. Sabin AB, Schleginger RW, Ginder DR, et al. 1947. Japanese B encephalitis in American soldiers in Korea. *Am J Hyg* 46 : 356~375.
11. 이남신, 문재봉, 김용희. 1955. 일본뇌염에 관한 연구. 가축위생연구소보 3 : 1~16.
12. 정영채, 문재봉, 강병직 등. 1971. 일본뇌염에 대한 한국가축에서의 혈청학적 조사 연구. 대한수의학회지 11(2) : 163~170.
13. 문재봉, 송기창, 김용희 등. 1960. 일본뇌염의 혈구응집억제반응에 관한 연구. 농사시험연구보고 2 : 109~120.
14. Sakai T, Takahashi K, Hisasue S, et al. 1990. Meteorological factors involved in Japanese encephalitis virus infection in cattle. *Jpn J Vet Sci* 52(1) : 121~127.
15. Sakai T, Horimoto M, Goto H. 1985. Status of Japanese encephalitis infection in cattle : Survey of antibodies in various geographical locations in Japan. *Jpn J Vet Sci* 47(6) : 957~962.
16. 조관수, 권경만, 김용희. 1970. 일본뇌염의 역학적 조사연구 Ⅰ. 돼지에 있어서 일본뇌염의 항체조사와 유사산 피해조사. 대한수의학회지 10(2) : 59~66.
17. 박경수. 1983. 일본뇌염에 대한 동물의 혈청학적 연구. 조선대학교 석사학위논문.
18. 인선동, 심재철, 최정희 등. 1986. 일본뇌염에 대한 역학적 조사연구. 국립보건원보 23 : 377~389.
19. 신학균, 김주성, 김박영 등. 1976. 일본뇌염에 대한 혈청역학적 병독학적 조사연구(1976). 국립보건원보 13 : 135~145.
20. 신학균, 김주성, 김박영 등. 1977. 일본뇌염에 대한 혈청역학적 조사연구(1977). 국립보건원보 14 : 129~138.
21. 신학균, 박기덕, 정의범 등. 1975. 일본뇌염에 대한 혈청학적 조사연구(1975). 국립보건원보 12 : 75~82.
22. 국립보건원장. 2002. 일본뇌염 유행예측사업 결과. 국립보건원 공문.
23. 국립수의과학검역원장. 2002. 가축혈청검사 종합실적. 국립수의과학검역원 공문.
24. 이윤태, 이종훈. 1976. 1975년도 사람 및 가금 혈청내에 일본뇌염바이러스의 항체보유율. 대한감염학회지 8(1) : 75~82.
25. 심재철, 윤영희, 조양벽 등. 1994. 작은빨간집모기의 개체군 밀도와 일본뇌염환자 발생 예찰. 국립보건원보 31(1) : 156~164.
26. 조덕현, 오세원. 1992. 최신위생곤충학. 수문사, 서울 : 98~108.
27. Takashima I, Hashimoto N, Watanabe T, et al. 1989. Mosquito collection in endemic areas of Japanese encephalitis in Hokkaido, Japan. *Jpn J Vet Sci* 51(1) : 947~953.

28. 국립수의과학검역원장. 2002. 돼지 바이러스성 번식장애질병 모니터링 및 진단법 개선연구. 국립수의과학검역원 연구보고서 : 278~296.

29. 김병한, 권창희, 안수환 등. 1992. 돼지 바이러스질병 감염에 의한 유사산 실태조사. 대한수의학회지 32(3) : 365~368.