

경남북부지역의 소 *Neospora caninum* 및 *Toxoplasma gondii* 항체 양성률 조사

이민권 · 박종식 · 김민희 · 박동엽 · 김철호 · 김국현 · 조재현^{1*}

경남축산진흥연구소북부지소, ¹경상대학교 수의과대학 생명과학연구원

(접수 2011. 6. 29; 수정 2011. 8. 31; 게재승인 2011. 9. 2)

Seroprevalence of antibodies to *Neospora caninum* and *Toxoplasma gondii* in cattle in northern area of Gyeongnam

Min-Kwon Lee, Jong-Sik Park, Min-Hee Kim, Dong-Yeop Park,
Cheol-Ho Kim, Guk-Heon Kim, Jae-Hyeon Cho^{1*}

Northern branch of Gyeongnam Livestock Veterinary Promotion Research Institute, Heapchen 678-800, Korea

¹Institute of Life Science, College of Veterinary Medicine, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea.

(Received 29 June 2011; revised 31 August 2011; accepted 2 September 2011)

Abstract

In the present study, we carried out a seropositive survey of *Neospora (N) caninum* and *Toxoplasma (T) gondii* in cattle at northern area of Gyeongnam province, Korea. Serum sample was obtained from Holstein cattle (n=248, 44 farms in 5 counties) and Korean indigenous cattle (n=120, 23 farms in 4 counties). All 368 sera were tested for antibodies to *N. caninum* and *T. gondii* by an enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). Seropositive of *N. caninum* at farm and heads were 41.8% (28/67) and 12.8% (47/368), respectively. Twenty-five cattle (6.8%) were seropositive to *T. gondii*, and eighteen (26.9%) of 67 studied farms had cows seropositive to *T. gondii*. The seroprevalence of Holstein cattle was much higher than that of Korean indigenous cattle. There was no apparent association of *T. gondii* seropositivity with age, while the seropositivity for *N. caninum* was associated with cattle age. The farm of cattle above the age of 5 years (16.8%) was more infective than less than 4 years (9.3%). This is the first report on seroprevalence of *N. caninum* and *T. gondii* in Holstein and Korean indigenous cattle in Gyeongnam, Korea.

Key words : *Neospora caninum*, *Toxoplasma gondii*, Seroprevalence, ELISA

서 론

*Neospora caninum*와 *Toxoplasma gondii*는 분류학상 Apicomplex문, Coccidia아강, Sarcocystidae과에 속하는 원충성 기생충으로 Neosporosis와 Toxoplasmosis의 원 인체이며 이들 질병은 전 세계에 광범위하게 분포되어 있다(한국수의기생충학회수협의회, 2005; Dubey와

Lappin, 2006; Kim 등, 2008).

Toxoplasmosis는 인수공통 원충성 질병으로 고양이를 종숙주로 하고 모든 포유류와 조류가 중간숙주이며, 감염동물의 피해뿐만 아니라 공중위생상 매우 중요한 질병 중 하나로, 돼지와 양에서 감염률이 높게 나타나고 자돈에서는 설사 등의 소화기 증상과 호흡기 증상 및 신경 증상을 보이며, 임신돈에서 유산, 사산 및 허약돈의 분만을 일으킨다(Soulsby, 1962; Levine, 1985). 호주나 뉴질랜드 등의 나라에서는 면양의 유

*Corresponding author: Jae-Hyeon Cho, Tel. +82-55-772-2358, Fax. +82-55-772-2349, E-mail. jaecho@gsnu.ac.kr

산, 사산을 일으키는 중요한 질병으로 알려졌으며, 경제적 손실이 커 이 질병에 의한 유산을 예방하기 위해 생독백신을 개발하여 사용하고 있다(서 등, 1995).

*N. caninum*은 개와 젓소 등에서 유산과 신경근염을 유발한다고 알려졌으며(Dubey와 Lindsay, 1996; Jenkins 등, 1997), 염소와 양 등에서 자연발생 예가 확인되었고, 고양이, 마우스, 돼지, 원숭이 등에서 실험적 감염 예가 보고되었다(Dubey, 1999). 소 네오스포라증은 전 세계적으로 발생하고 있으며(Dubey, 1996), 한국에서는 임신 6개월령의 유산된 젓소 태아에서 *N. caninum*에 의한 감염을 최초로 보고하였다(김 등, 1997; 김 등, 1998). 유산의 양상을 살펴보면 연중 발생하는 것으로 알려졌으며(Anderson 등, 1991; Moen과 Wouda 1995; Thurmind 등, 1995), 감염경로는 감염된 소의 72~95%가 태반을 통해 감염된 것으로 보아 수직감염에 의한 것으로 알려졌다(Dubey, 1996).

Neosporosis에 대한 혈청학적 진단법으로는 enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA; Williams 등, 1997), 포르말린으로 불활성화된 원충이 특이 면역글로불린을 응집하는 원리를 이용한 Neospora agglutination test법(NAT) (Romand 등, 1988), 원충 tachyzoites를 이용한 간접형광항체법(indirect fluorescent antibody test: IFAT)이 확립되어 있으며 toxoplasmosis 진단에는 latex 응집반응법(서 등, 1995)과 ELISA법(서 등, 1998)등이 있다.

이번 연구는 경남 북부지역에서 사육 중인 젓소와 한우를 대상으로 여러 동물에서 감염을 일으키는 *N. caninum*과 *T. gondii*에 대한 항체보유 실태를 파악함으로써 앞으로 두 질병의 근절을 위한 방역대책 수립을 위한 기초 자료로 활용하고자 실시하였다.

재료 및 방법

공시재료

2010년 1월부터 12월까지 경남 북부지역 5개 군의 44개소 젓소사육농가에서 농가당 착유우의 10%를 무작위로 선정하여 총 248두를 채혈, 혈청을 분리하였으며, 한우 혈청은 사육농가의 브루셀라병 검사 의뢰된 4개 군 23농장의 가임 암소 120두분 혈청을 분리하여 검사 전까지 -20°C 에 냉동 보관하며 이번 시험에 사용하였다.

검사 및 방법

N. caninum ELISA : IDEXX Neospora antibody test kit (IDEXX Switzerland AG, Liebefeld-bern, Switzerland)를 사용하였다. 실험은 제조사의 설명에 따라 다음과 같이 실시하였다. 먼저 kit에 포함된 혈청 희석액 90 μl 을 항원이 코팅된 마이크로플레이트에 분주한 후 가검혈청을 10 μl 씩 분주하여 최종 10배 희석하여 37°C 에서 60분 동안 배양한 후 약 300 μl 의 PBS로 3회 세척하고 Anti-Ruminant-IgG-PO conjugate를 100 μl 씩 가한 다음 실온에서 37°C 에서 60분 동안 배양하고 다시 PBS로 3회 세척한 후 TMB 기질용액을 100 μl 씩 분주하여 실온($18\sim 25^{\circ}\text{C}$)에서 15분간 배양한 후 다시 stop solution을 100 μl 씩 가하여 흡광도 파장 450 nm에서 측정하여 OD치가 0.3 미만은 음성, 0.3부터 0.4 미만은 의양성, 0.4 이상은 양성으로 판정하였다.

T. gondii ELISA : ID Screen Toxoplasmosis Indirect ELISA kit (microplates coated with P30 antigen, ID VET, France)를 사용하였으며, 실험은 제조사의 설명에 따라 다음과 같이 실시하였다. 먼저, 세척액(1 \times)을 만들고, concentrated conjugate (10 \times)를 희석용액과 1 : 9의 비율로 희석해서 conjugate 용액(1 \times)을 만들어 검사에 사용하였다. 다음으로, 플레이트의 각 well에 희석용액 90 μl 씩 먼저 분주한 다음에 음성 대조액(2 wells), 양성 대조액(2 wells) 및 가검혈청을 10 μl 씩을 분주하여 최종 10배 희석하여 플레이트를 상온($21\pm 5^{\circ}\text{C}$)에서 45분 동안 배양한 후 약 300 μl 의 PBS로 4회 세척하였으며, multi-species peroxidase conjugate 용액(1 \times)을 각 well에 100 μl 씩 분주 후 상온($21\pm 5^{\circ}\text{C}$)에서 30분 동안 반응시켰다. 반응 후 약 300 μl 의 PBS로 4회 세척하였으며, TMB 기질용액을 100 μl 씩 분주하여 15분간 상온($21\pm 5^{\circ}\text{C}$)에서 반응시켰다. 반응이 끝난 후 stop solution을 100 μl 씩 가하고 흡광도 파장 450 nm에서 측정하여 S/P 비율이 0.4 이하는 음성, 0.41부터 0.49까지는 의양성, 0.5 이상은 양성으로 판정하였다.

결 과

*N. caninum*와 *T. gondii*의 항체 보유율

경남 북부지역에서 사육 중인 소에 대한 *N. caninum*과 *T. gondii*의 혈중 항체 보유율을 알아보기 위

하여 67농가 368두의 혈청을 ELISA로 검사하였다. *N. caninum*은 농가별로는 67농가 중 28농가로 41.8%, 개체별로는 368두 중 47두로 나타나 12.8%의 항체 보유율을 나타내었으며, *T. gondii*는 농가별로는 67농가 중 18농가로 26.9%, 개체별로는 368두 중 25두로 6.8%의 항체 보유율을 나타내었다(Table 1).

지역 농가별 축종별 항체 보유율

*N. caninum*의 경남 북부 지역 5개군의 감염률은 농가별에 있어 함양군이 5농가 검사 중 4농가 양성으로 80.0%였으며, 다음은 16농가 중 9농가로 56.3%인 의령, 창녕, 거창, 합천군 순으로 나타났다(Table 2). 또한, 축종별로 세분하여 보면 한우에서는 23농가 검사에서 2농가 양성으로 농장 감염률이 8.7%로 창녕과 거창이 각각 1농가씩 양성이었다. 젖소는 44농가 중 26농가 양성으로 농장 양성률이 59.1%로 나타났으며, 함양이 5농가 중 4농가에서, 의령이 13농가 중 9농가가 양성이었으며, 창녕, 거창, 합천 순으로 결과가 나왔다.

높은 농장 양성률을 보인 젖소는 개체별로는 248두 검사에서 45두가 양성으로, 이를 지역별로 살펴보

면 함양이 30두 검사에서 9두, 의령이 71두 검사에 14두, 거창이 50두 검사에 8두, 창녕이 82두 검사에 12두, 합천이 15두 검사에 2두 양성으로 나타나 각각 30.0%, 19.7%, 16.0%, 14.6%, 13.3%로 나타났다.

*T. gondii*의 경남 북서부 지역 5개 군의 감염률은 농가별에 있어 전체 67농가 중 28농가가 양성으로 나와 41.8%의 항체보유율을 보였으며, 한우는 23농가 중 6 농가, 젖소는 44농가 중 12농가가 양성으로 나와 26.1%와 27.3%가 항체를 가진 것으로 나타났다(Table 3).

한우는 23농가 검사에서 6농가로 26.1%의 양성률을 나타냈으며 의령, 창녕군이 각각 2농가, 거창, 합천군이 각각 1농가씩 양성이었다. 젖소는 44농가 중 12농가가 양성으로 농장 양성률이 27.3%로 나타났으며, 창녕이 15농가 중 6농가에서, 의령이 13농가 중 4농가가 양성이었으며, 합천, 거창군 순으로 결과가 나왔다. 군별 개체별로는 368두 검사에서 25두가 양성 결과가 나왔다. 지역별로 살펴보면 의령군이 85두 검사에서 8두, 창녕이 129두 검사에 10두, 거창이 85두 검사에 5두, 함양이 30두 검사에 1두, 합천이 39두 검사에 1두로 나타나 각각 9.4%, 7.8%, 5.9%, 3.3%, 2.6%로 나타났다.

Table 1. *N. caninum* and *T. gondii* sero-positive rate for cattle in northern area of Gyeongnam

	<i>N. caninum</i>		<i>T. gondii</i>	
	Test	Positive (%)	Test	Positive (%)
Farms	67	28 (41.8)	67	18 (26.9)
Heads	368	47 (12.8)	368	25 (6.8)

연령별 항체 보유율

나이가 파악되지 않은 2농가 10두를 제외한 연령별 항체보유율은 *N. caninum*의 경우 전체 358두 중 45두로 12.6%였으며, 이 중 4세 이하는 203두 중 19두로 9.4%였고, 5세 이상이 155 두 검사에서 26두로 16.8%였다. *T. gondii*의 항체 양성률은 358두 검사에

Table 2. Sero-positive rate of *N. caninum* in cattle according to regions in northern area of Gyeongnam

Area		Total		Korean indigenous cattle		Holstein	
		Test	Positive (%)	Test	Positive (%)	Test	Positive (%)
Uiryeong	Farms	16	9 (56.3)	3	0 (0.0)	13	9 (69.2)
	Heads	85	14 (16.5)	14	0 (0.0)	71	14 (19.7)
Changnyeong	Farms	24	9 (37.5)	9	1 (11.1)	15	8 (53.3)
	Heads	129	13 (10.1)	47	1 (2.1)	82	12 (14.6)
Geochang	Farms	15	5 (33.3)	7	1 (14.3)	8	4 (50.0)
	Heads	85	9 (10.6)	35	1 (2.9)	50	8 (16.0)
Hapcheon	Farms	7	1 (14.3)	4	0 (0.0)	3	1 (33.3)
	Heads	39	2 (5.1)	24	0 (0.0)	15	2 (13.3)
Hamyang	Farms	5	4 (80.0)	0	0 (0.0)	5	4 (80.0)
	Heads	30	9 (30.0)	0	0 (0.0)	30	9 (30.0)
Total	Farms	67	28 (41.8)	23	2 (8.7)	44	26 (59.1)
	Heads	368	47 (12.8)	120	2 (1.7)	248	45 (18.1)

Table 3. Sero-positive of *T. gondii* in cattle according to regions in northern area of Gyeongnam

Area		Total		Korean indigenous cattle		Holstein	
		Test	Positive (%)	Test	Positive (%)	Test	Positive (%)
Uiryong	Farms	16	6 (37.5)	3	2 (66.7)	13	4 (30.8)
	Heads	85	8 (9.4)	14	2 (14.3)	71	6 (8.5)
Changnyeong	Farms	24	8 (33.3)	9	2 (22.2)	15	6 (40.0)
	Heads	129	10 (7.8)	47	2 (4.3)	82	8 (9.8)
Geochang	Farms	15	2 (13.3)	7	1 (14.3)	8	1 (12.5)
	Heads	85	5 (5.9)	35	3 (8.6)	50	2 (4.0)
Hapcheon	Farms	7	1 (14.3)	4	1 (25.0)	3	0 (0.0)
	Heads	39	1 (2.6)	24	1 (4.2)	15	0 (0.0)
Hamyang	Farms	5	1 (20.0)	0	0 (0.0)	5	1 (20.0)
	Heads	30	1 (3.3)	0	0 (0.0)	30	1 (3.3)
Total	Farms	67	18 (26.9)	23	6 (26.1)	44	12 (27.3)
	Heads	368	25 (6.8)	120	8 (6.7)	248	17 (6.9)

Table 4. Positive rate of *N. caninum* and *T. gondii* in cattle according to their age in northern area of Gyeongnam

Total	<i>N. caninum</i>				<i>T. gondii</i>			
	1~4 years		Over 5 years		1~4 years		Over 5 years	
	Test	Positive (%)	Test	Positive (%)	Test	Positive (%)	Test	Positive (%)
358*	203	19 (9.4)	155	26 (16.8)	203	13 (6.4)	155	10 (6.5)

*10 cows (in 2 farms) of unknown age were excluded from the statistics.

서 23두로 6.4%가 나타났으며 이 중 4세 이하에서는 203두 중 13두, 5세 이상에서는 155두 검사에 10두로 각각 6.4, 6.5%로 나타났다(Table 4).

고 찰

네오스포라병과 톡소플라즈마병은 분류학상 Apicomplex문, Coccidia아강, Sarcocystidae과에 속하는 *N. caninum*와 *T. gondii* 기생충 원충이 일으키는 질병으로, 네오스포라병은 2개월령 이하의 어린 송아지에서 체중감소, 보행장애와 기립불능 등의 임상증상을 나타내나, 성우에서는 거의 임상증상을 나타내지 않으면서 불현성 감염의 형태를 지니 관심이 높아지는 실정이다(Dubey, 1999). 국내에서는 젖소 유산태아에서 *N. caninum* 감염이 최초 보고되었으며(김 등, 1997), 동일한 어미로부터 반복 유산이 증명(김 등, 1998)되기도 하는 등 한번 감염되면 사육농가에 지속적으로 경제적 피해를 주는 것으로 알려졌다. 톡소플라즈마병은 숙주 특이성이 낮아 대부분 온혈동물들 중 간숙주로 하는 질병 특성을 지니고 있으며(Ahmed 등, 1983), 특히 우리나라 국민 식생활 습성이 쇠고기를

가열 조리하지 않는 상태로 먹는 육회를 즐기고 있어 식품 안전성 차원에서 공중위생을 위협하는 위해요소로서 중요성이 차츰 높아지고 있다.

이들 질병의 진단에는 생체에서 혈액을 채취하여 항체역가를 측정하는 혈청학적 진단법과 유사산 태어나 감염우의 조직으로 검사하는 병리조직학적 진단법이 있으나 시료확보의 어려움과 검사의 효율성, 많은 시료처리로 인한 불편함 등의 문제로 인해 생체 검사는 주로 간접형광항체법과 효소면역반응법이 많이 이용되고 있다. 이번 연구는 경남 북부지역 5개군 44개 농장의 한우와 젖소의 혈액으로 효소면역반응법을 이용하여 혈청학적 항체 형성률을 조사하였다.

*N. caninum*의 항체 양성률은 농가별로는 67농가 중 28농가로 41.8%, 개체별로는 368두 중 47두로 12.8%의 비율로 나타났으며 한우는 23농가 120두 검사에서 2두 양성으로 1.7% 양성률을 나타낸 것에 비하여 젖소에서는 26농가 248두 검사에서 45두, 18.1%가 항체 양성으로 높게 나타났다. 이 결과는 허 등(2001)이 충남지역 한우 47.8%, 박 등(2010)의 경남지역 29.8%, 황(2003)이 보고한 강원지역 17.9%에 비해서는 현저하게 낮으나, 2002년 국내 한우 4.1%보다는 높게 나타났다(Kim 등, 2002). 결과가 차이가 많이 나는 것은

검사 방법의 차이와 검사지역, 검사대상, 시기, 시료 수, 나이 등 많은 고려 변수가 실험자에 의해 각기 다르게 수행된 결과로 판단된다.

또한, 축종별로는 한우보다는 젃소에서 높게 나타났는데 이는 미국에서 유우 30.7% (Dyer 등, 2000), 육우 23.7% (Sanderson 등, 2000)의 보고결과, 정 등 (2005)의 보고와 일치하였다. 이러한 사실은 유우가 단기 비육되는 한우에 비하여 오랜 기간 사육되며, 사육 공간 및 사육 형태 비교 시 한우는 폐쇄된 공간에서 사육되며, 유우는 개방형 우사에서 넓은 공간을 활용하게 되어 있어 설치류인 쥐와 종숙주인 개의 접근이 용이해서 항체 형성률이 높게 나타난 것으로 생각된다.

*T. gondii*는 농가별로는 67농가 중 18농가로 26.9%, 개체별로는 368두 중 25두로 6.8%의 항체 양성률을 나타냈으며 축종별로는 한우 6.7%, 젃소 6.9%로 비슷하게 나타났다. 소의 항체 보유율을 보면 이 등(1995)은 5%, 문과 김(1991)은 대구, 경주 함양과 거창에서 9.3%를 보고하여 10% 미만의 보고를 하였는데 이번 연구에서도 낮게 나타났다. 그러나 서 등(2009)은 20.7%로 보고한 바, 지역별로 실험대상에 따라 각기 조금씩 다른 결과가 나타나는 것으로 판단된다. 연령이 높아질수록 혈청 항체 보유율이 높아진다는 서 등 (2009)의 보고와는 다르게 4세 이하와 5세 이상에서 항체 양성률 차이가 거의 없는 것으로 조사되었다. 이는 조사대상이 적고 해안을 끼고 있느냐, 산악지역이냐 하는 지역적인 차이, 항체 양성률이 너무 낮음으로 인해 차이가 나는 것으로 판단되며, 이에 대하여 좀 더 많은 조사가 이루어져야 될 것으로 생각된다.

이번 연구에서 국내에서 조사된 여러 연구결과와 마찬가지로 경남 북부지역의 한우 및 젃소 사육농가 사육되는 소에서도 상당수가 *N. caninum*과 *T. gondii*에 노출되어 있음이 밝혀졌다. 이 질병들에 대하여서는 많은 연구가 이루어졌음에도 지금까지 효율적인 예방약 또는 치료제가 개발되어 있지 않은 상황으로, 농장에서는 혈청학적으로 항체를 보유한 개체는 도태를 우선으로 고려하여야 하며, 예방 차원에서 축사에 설치류의 접근을 막고, 사육하는 개와 야생에 방치된 고양이의 우사나 사육소로의 접근을 차단하는 것이 농장의 경제적 피해를 줄이는 한 방안으로 생각된다. 또한, 정확한 감염경로와 감염양상을 파악하기 위해 더 많은 연구가 체계적으로 이루어져야 할 것이며, 효과적인 치료법 및 예방법 개발에 대한 연구도 수행돼야 할 것으로 판단된다.

결 론

경남 북부지역 5개군 18농가 368두의 소 혈청으로 ELISA 검사법으로 *N. caninum*과 *T. gondii*에 대한 항체보유율을 조사하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. *N. caninum*의 항체 양성률은 농가별로는 67농가 중 28 농가로 41.8%, 개체별로는 368두 중 47두로 12.8%의 비율로 나타났으며, 한우는 23농가 검사에서 2농가로 8.7%의 양성율을 나타냈다.

2. *T. gondii*의 항체 양성률은 농가별로는 67 농가 중 18 농가로 26.9%, 개체별로는 368두 중 25두로 6.8%의 비율로 나타났으며, 한우는 23 농가 검사에서 6 농가로 26.1%를 나타냈다. 젃소는 44 농가 중 12 농가가 양성으로 농장 양성률이 27.3%로 나타났다. 군별 개체별 항체 보유율은 368두 검사에서 25두가 양성 결과가 나왔다.

연령별 항체 보유율은 *N. caninum*의 경우 전체 358두 중 45두로 12.6%였으며, 이 중 4세 이하는 203두 중 19두로 9.4%였고, 5세 이상이 155두 검사에서 26두로 16.8%였다. *T. gondii*의 항체 양성률은 358두 검사에서 23두로 6.4% 나타냈으며 이 중 4세 이하에서는 203두 중 13두, 5세 이상에서는 155두 검사에 10두로 각각 6.4, 6.5%로 나타나 네오스포라는 나이가 많아짐에 따라 항체 보유율이 높아지고, 톡소플라즈마는 나이에 거의 영향을 받지 않는 것으로 조사되었다.

참 고 문 헌

- 김대용, 황우석, 김재훈, 허권, 황의경, 이병천, 진영화, 이재진, 최상호. 1997. *Neospora*에 의한 소 유산 발생. 대한수의학회지 37: 607-612.
- 김재훈, 황의경, 손현주, 진영화, 윤순식, 김대용. 1998. *Neospora caninum*에 의한 젃소의 반복유산. 대한수의학회지 38: 853-858.
- 문무홍, 김대용. 1991. 도축우에서 Latex 응집반응에 의한 *Toxoplasma* 항체조사와 *Toxoplasma* 분리시험. 한국수의공중보건학회지 16: 231-237.
- 박애라, 하대식, 조성숙, 권영택, 박동엽, 이국천, 허정호. 2010. 경남 지역내 소 *Neospora caninum*에 대한 감염률 조사. 한국가축위생학회지 33: 151-156.
- 서명덕, 장동화, 주후돈. 1998. ELISA를 이용한 돼지 톡소플라즈마병의 조기진단 Kit 개발에 관한 연구. 대한수의학회지 29: 567-575.
- 서명덕, 주후돈, 데이빗 마스. 1995. Latex응집반응을 이용한 동물의 톡소플라즈마병 진단용 Kit 개발에 관한 연구. 대한수의학회지 35: 583-593.
- 서민구, 장영술, 이은미, 박노찬, 곽동미. 2009. 경북 동부지역

- 소와 돼지에서 특소포자충 항체조사. 한국가축위생학회지 32: 131-137.
- 이병훈, 류중운, 황보원, 변유성, 조광제. 1995. 경남지역에서의 Latex 응집반응을 이용한 소 특소플라즈마 항체 분포조사. 한국가축위생학회지 19: 36-41.
- 정재명, 권미순, 윤여백, 한규삼. 2005. 정읍지역에서 사육중인 한우에서 *Neospora caninum* 항체 양성율 조사. 한국가축위생학회지 28: 99-106.
- 한국수의기생충학교수협의회. 2005. 수의기생충학. pp. 300-301. 농경애니텍, 서울.
- 황의경. 2003. 강원도 사육 한우에서 *Neospora caninum*에 대한 항체양성율 조사. 대한수의학회지 43: 283-288.
- 허인, 김영진, 김희, 허진희, 박일규, 강승원, 정우석. 2001. 소에서 *Neospora caninum*에 대한 항체가 조사. 한국가축위생학회지 24: 9-14.
- Ahemd BA, Gaafar SM, Weirich WE, Kanitz CL. 1983. Relationship of toxoplasma infection to other disease in dog. Veterinary Parasitology 12: 199-203.
- Anderson ML, Blanchard PC, Barr BC, Dubey JP, Hoffman RL, Conrad PA. 1991. Neospora-like protozoan infection as a major cause of abortion in California dairy cattle. J Am Vet Med Assoc 198: 241-244.
- Dubey JP. 1999. Recent advances in Neospora and neosporosis. Vet Parasitol 84: 349-367.
- Dubey JP, Lappin MR. 2006. Toxoplasmosis and neosporosis. pp. 754-768. In: Greene CE(ed.). Infectious diseases of the dog and cat. 3rd ed. Saunders, Philadelphia.
- Dubey JP, Lindsay DS. 1996. A review of *Neospora caninum* and neosporosis. Vet Parasitol 67:1-59
- Dyer MR, Jenkins MC, Kwok OCH, Douglas LW, Dubey JP. 2000. Serologic survey of *Neospora caninum* infection in a closed dairy cattle herd in Maryland: risk of serologic reactivity by production groups. Vet Parasitol 90: 171-181.
- Jenkins MC, Wouda W, Dubey JP. 1997. Serological response over time to recombinant *Neospora caninum* antigens in cattle after a neosporosis-induced abortion. Clin Diagn Lab Immunol 4: 270-274.
- Kim HY, Kim YA, Kang S, Lee HS, Rhie HG, Ahn HJ, Nam HW, Lee SE. 2008. Prevalence of *Toxoplasma gondii* in Stray cats of Gyeonggi-do, Korea. Korean J Parasitol 46: 199-201.
- Kim JH, Lee JK, Hwang EK, Kim DY. 2002. Prevalence of antibodies to *Neospora caninum* in Korean native beef cattle. J Vet Med Sci 64: 941-943.
- Levine ND. 1985. Veterinary protozoology. 5 ed. pp. 248-259. Iowa State University Press. Ames.
- Moen AR, Wouda W. 1995. Field experiences with bovine Neospora abortion in Dutch dairy herds. Proceedings, Symposium Neospora abortion Bij Het Rund. 8 November 1995. Morra 2, Drachten: 11-17.
- Romand S, Thulliez P, Dubey JP. 1988. Direct agglutination test for serologic diagnosis *Neospora caninum* infection. J Parasitol 84: 50-53.
- Sanderson MW, Gay JM, Baszler TV. 2000. *Neospora caninum* seroprevalence and associated risk factors in beef in the northwestern United States. Vet Parasitol 90: 15-24.
- Soulsby E.J.L. 1962. Helminths, Arthropods and Protozoa of Domestic Animals. 7 ed. pp. 670-682. Bailliere Tindall. London.
- Thurmond MC, Anderson ML, Blanchard PC. 1995. Seasonal trends of Neospora abortion in California dairy cows. J Parasitol 81: 364-367.
- Williams DJ, McGarry J, Guy F, Barber J, Trees AJ. 1997. Novel ELISA for detection of Neospora-specific antibodies in cattle. Vet Rec 140: 328-331.