

충남지역 집단 번식농장 사육견의 심장사상충 감염률 조사

이종훈¹, 심상원, 김 희, 김영진, 안신욱, 한귀섭

충청남도축산위생연구소 공주지소
(접수 2002. 12. 5, 게재승인 2003. 2. 1)

Prevalence of canine heartworm infection among dogs on breeding farms in Chungnam province

Jong-Hoon Lee¹, Sang-Won Sim, Hui Kim, Young-Jin Kim, Shin-Uk An, Kwei-Sup Han

Gongju branch, Chungnam Livestock and Veterinary Research Institute, Gongju, 314-140, Korea
(Received 5 December 2002, accepted in revised form 1 February 2003)

Abstract

This study was attempted to survey on the prevalence of canine heartworm(*Dirofilaria immitis*) infection among 100 dogs(male 39, female 61) on the nine breeding farms in eastern Chungnam province in December 2002.

Blood samples taken from dogs were examined for the presence of *D immitis* microfilaria by the modified Knott's test and an antigen test was using FASTest[®] HW Antigene kit (Mega Cor A-6912 Horbranz-Australia).

1. Eleven(11.0%) of the 100 examined dogs were microfilaria positive, while nineteen dogs(19.0%) were antigen positive, which suggested that the antigen test was more sensitive than the microfilarial test in detecting heartworm infection.

2. Infected dogs were observed higher more at 2 years older ages(4/48, 8.3%) and male(9/39, 23.1%) than young ages(4/48, 8.3%) and female(10/61, 16.4%).

3. The regional infection rates were of Gongju(15/43, 34.9%), Geumsan(4.27, 14.8%), while none of infection dogs in Yeongi(0/30, 0%).

4. Survey for hematological values of *D immitis* infected dogs : WBC and eosinophils were 21.4 ± 7.2 k/ μ l, 3.5 ± 0.4 k/ μ l, respectively.

In conclusion, this study could be overemphasized the importance of control program the heartworm in eastern Chungnam province

Key words : *Dirofilaria immitis*, Dog, Prevalence, Chungnam province.

¹Corresponding author

Phone : +82-41-548-2950, Fax : +82-41-540-2567

E-mail : kimshue@hanmir.com

서 론

개 심장사상충(*Dirofilaria immitis*)은 전단이 둔원이고 4쌍의 작은 유두를 가지며 수컷 길이는 12~16cm, 암컷은 25~30cm인 유백색 선충이다¹⁾. 주로 숙주의 폐동맥과 우심실에 기생하면서 혈액 순환 장애를 초래하고 성충이 분비하는 항원 및 대사 산물이 숙주의 면역 반응을 유발시켜 그 결과 심·폐질환을 일으키는 기생충으로 알려져 있다^{1,2)}. 사람을 비롯하여 개, 고양이, 여우 및 늑대 등의 포유 동물에 기생하며 특히 개과에 속하는 야생 동물이 중요한 보충 숙주의 역할을 한다³⁻⁵⁾. 중간 숙주는 *Culex*, *Aedes* 및 *Anopheles* 속의 모기이며 심장사상충의 발생률은 이 매개체의 전파율과 연관성을 가지고 있다^{1,2)}.

개 심장사상충의 생활사^{1,2)}는 모기가 흡혈하는 순간에 보유하고 있는 제3기(감염성) 자충을 개에 전염시킴으로써 시작된다. 개의 피부창상면으로부터 피부조직 내로 침입하여 근육, 지방조직, 장막하 등에서 제4기, 제5기의 발육 단계를 거친 자충은 정맥으로 들어가 우심실 및 폐동맥으로 이동하여 성충으로 성숙하게 된다. 모기로부터 감염 후 약 6~9개월이 소요되어 성숙한 암컷은 난태생에 의하여 제1기 자충(microfilariae)을 만들어서 혈액 내에 방출시키며, 모기가 흡혈시 자충은 모기에게 이행된다. 제1기 자충은 제3기 자충이 되기까지 모기에서 약 15~17일 동안의 발육 과정을 거친다. 한편, 우심실 내의 성충의 수명은 약 5~6년이며, 암컷은 수컷보다 긴 편이고 혈액 중의 필라리아 자충의 수명은 1~2년이다.

사람에서는 제3기 자충에 감염되면, 대부분의 경우 성충으로 발육하지는 못하지만 안구 내에 기생하거나, 피하 조직이나 폐 등에 들어가서 결절을 형성하는 것으로 알려져 있다. 미국, 이탈리아, 호주, 중국, 일본 등 전 세계적으로 사람에게 감염되었다는 보고^{2,3,6-8)}가 있으며, 우리나라에서는 최근 이 등⁹⁾에 의하여 심장사상충의 감염이 확인되었다.

개 심장사상충증은 기침, 호흡곤란, 운동불내성, 객혈, 둔맥, 부정맥, 호흡수 증가, 우심실의

emptying delay에 기인되는 분열된 제2심음 등의 임상 증세와 백혈구 증가(특히 호산구), 혈색소량 감소 등을 보이는데 감염의 경과 기간, 성충의 수 및 숙주의 면역 반응 정도에 따라 다양하게 발현되고, 대개의 경우 폐동맥의 말초부의 고도의 협착에 의하여 폐순환 승압증이 생기며 우심실의 대상성 비대는 울혈성 심장마비를 일으켜 결국 만성 수동적 충혈에 의한 간의 비대, 복수, 때로는 말초부의 부종을 유발한다¹⁰⁾.

일반적으로 개 심장사상충을 진단하는 방법은 임상 증상, 흉부 방사선 촬영, 심전도 측정 및 초음파 검사와 혈중 자충을 현미경에서 검경하는 필라리아 자충검사, 성충에 대한 혈중 항체와 항원을 검출하는 면역 반응법 등이 실시되고 있으며¹¹⁻¹³⁾ 최근에는 분자학적 특성을 이용한 역전사중합효소 연쇄반응법이 시도되었다¹⁴⁾.

임상 증상은 개 심장사상충의 진단에 있어서 기초를 두고있으며¹⁾, 흉강내 심맥관계 및 폐실질 구조물의 병리학적 변화 여부를 관찰할 수 있는 흉부 방사선 촬영^{15,16)}은 우수한 진단과 심장사상충 감염건의 예후 측정 수단이 될 수 있다. 그리고 심전도¹⁷⁾는 중증의 감염건에서 우심실 비대의 소견을 관찰할 수 있으며 초음파 검사¹⁸⁾는 심장 및 폐동맥의 상태를 관찰하고 성충의 감염수가 많을 경우에는 충체의 단면까지도 관찰이 가능한 것으로 알려져 있다.

필라리아 자충검사^{1,2,19-22)}는 경제적이며 정확한 진단법 중에 하나로 알려져 있지만 감염 건 체내에 암컷 또는 수컷의 단일 성을 가진 성충만 존재하거나(unisex infection), 감염 초기 근육내에 제3기 자충이 이행하는 잠복감염(prepatent infection) 시기인 경우 숙주의 면역 반응 및 levamisole 약제에 의한 자충의 구제와 자충에 대한 체표 항체 생성으로 혈중 자충의 극단적인 감소 등 은폐 감염(occult infection) 시기인 경우에는 비록 체내에 성충은 존재하나 자충이 혈중 내에서 발견되지 않아 진단에 한계성을 가지고 있다. 또한 피부 조직에 기생하면서 병원성이 없는 *Dipetalonema reconditum*을 비롯한 타 사상충의 자충과 감별 진단이 요구되고 심장사상충의 정기 출현성

으로 인하여 채혈 시간과 계절에 따른 영향을 받을 수 있다.

따라서 단클론 항체를 이용하여 혈액내 성충 특이 항원을 검출하는 혈액 면역학적인 진단법¹³⁾이 현재 보편적으로 사용되고 있으며 혈액 검사법의 한계성을 극복할 수 있어 정확하고 특이성이 높은 것으로 알려지고 있다. 그리고 최근에 시도된 역전사중합효소 연쇄반응¹⁴⁾은 성충에서 분비되는 매우 적은 양의 유전자인 표면항원 물질을 혈액 내에서 검출 가능함이 확인되어 심장사상충의 진단에 있어서 유용한 방법으로 보고되었다.

국내에서 심장사상충의 감염 조사는 1962년 박과 이²³⁾가 경남 진주 지방 축견에서 필라리아 자충 검사를 실시하여 21.0%의 감염률을 최초 보고한 이후 전주²⁴⁾, 이리²⁵⁾, 대구²⁶⁾ 등 여러 지역에서 실시되었다. 그리고 최근에는 정 등²⁷⁾이 광주와 전남지역에서 항원 검사법을 이용하여 4.0%의 감염률을 보고하였으며 이 등²⁸⁾은 인천 지역에서 역시 항원 검사법을 사용하여 2.7%의 낮은 감염률을 보고하였다. 그러나 서 등²⁹⁾은 수도권 일대 지역에서 집단으로 사육되고 있는 축견을 대상으로 감염률을 조사한 결과 165두 검사 중 83두가 항원검사법에서 양성을 보여 50.3%의 높은 감염률을 보고함으로써 인수공통전염병인 본 질병의 심각성을 제기 하였다.

따라서 저자는 충남 동부 지역에서 집단적으로 사육되고 있는 개를 대상으로 필라리아 자충 검사와 항원 검사를 병행하여 심장사상충의 감염 실태를 파악함으로써 공중보건학적으로 의의가 큰 개 심장사상충의 예방대책 수립에 기초자료를 얻고자 본 조사를 실시하였다.

재료 및 방법

실험동물 및 혈액채취

2002년 12월에 충남 동부 지역(공주, 금산 및 연기)에서 애완견 및 번식견을 집단적(50~400두 규모)으로 사육하고 있는 9농가를 대상으로 특이한 임상 증상이 없는 개 100두(암컷 39두,

수컷 61두)를 무작위로 선정하여 실험 동물로 공시하였다. 혈액 채취는 오전 10시부터 오후 5시 사이에 실시하였고 대상견의 요골쪽 피부 정맥(cephalic vein)에서 3ml를 채혈하여 0.1% EDTA 항응고제로 처리한 후 실험에 사용하기 전까지 냉장 보관하였다.

필라리아 자충검사

말초혈액내의 필라리아 자충검사는 modified Knott's test로 실시하였다¹⁾. 혈액 1ml를 2% formalin 용액 9ml에 넣고 잘 혼합하여 적혈구를 충분히 용혈시킨 후 1,500rpm에서 5분간 원심 분리시킨 다음 상층액을 제거하였다. 남아 있는 침전물에 동량의 1:1,000 new methylene blue 용액을 첨가하여 잘 혼합한 후 검경하였으며, *D immitis*와 *D reconditum*의 감별은 형태학적 특징에 준하여 실시하였다.

항원검사

항원검사는 체내에 기생하고 있는 심장사상충의 성충으로부터 유리되어 혈액 내에 존재하는 특이 항원을 검출하기 위하여 FASTest[®] HW Antigen(Mega Cor, A-6912 Horbranz-Austria) 키트를 사용하였다. 혈액 1적과 희석액 2적을 샘플 well에 점적한 후 5~10분 사이에 반응띠가 형성되는 것을 양성으로 판정하였다.

혈액검사

항원검사 양성 반응을 보인 개체의 혈액상을 관찰하기 위하여 동물 전용 자동혈액분석기인 HEMA VET 850(Drew, USA)의 기기를 이용 백혈구(WBC), 산호성백혈구(eosinophils), 적혈구(RBC), 혈색소량(Hb), 평균 적혈구 후경(MCT), 평균 적혈구 용적(MCV), 평균 적혈구 혈색소량(MCH), 평균 적혈구 혈색소 농도(MCHC) 등 8종을 측정하였다.

결과 및 고찰

2002년 12월에 충남 공주, 금산 및 연기 지역에서 애완견 및 번식견을 집단적으로 사육하

고 있는 9농가를 대상으로 심장사상충의 감염율을 조사한 바는 Table 1과 같다. 총 100두 검사중 modified Knott's test는 11두(11.0%)에서 필라리아 자충이 현미경상으로 검경된 반면 FASTest[®] HW Antigen kit를 이용한 항원 검사에서는 19두(19.0%)가 양성 반응을 나타내었다.

본 성적에 있어서 필라리아 자충검사와 항

원검사 감염률은 선임 연구자들^{26,27,30)}의 결과와 유사하게 필라리아 자충 검사보다 항원 검사에서 높게 나타났는데 이것은 애완건의 정기적인 levamisole 투여에 따른 자충 구제와 번식견에 있어서 계절적으로 필라리아 자충이 혈중에 적게 출현하는 시기인 12월에 감염률을 조사하게 된 점 등을 고려하여 볼 수 있을 것이다.

Table 1. Occurrence of heartworm-infected dogs in 9 farms of eastern Chungnam province

Groups	Farms	No of positive dogs / No of dogs examined(%)	
		Antigen test*	Modified Knott's test
Pet-Dogs	1	2/10 (20.0)	0/10 (0.0)
Breeding-Dogs	8	17/90 (18.9)	11/90 (12.2)
Total	9	19/100 (19.0)	11/100 (11.0)

* FASTest[®] HW Antigen (Mega Cor, Austria) Kit used

Table 2. Comparison of sex distribution in infection rate on tested dogs

Groups	Sex	No of dog examined*	No of positive dog	Infection rate(%)
Pet-Dogs	Male	1	1	100
	Female	9	1	11.1
Breeding-Dogs	Male	38	8	21.1
	Female	52	9	17.3
Total	Male	39	9	23.1
	Female	61	10	16.4

* FASTest[®] HW Antigen (Mega Cor, Austria) Kit used

Table 3. Comparison of age distribution prevalence rate in tested dogs

Groups	Age (year)	No of dog examined*	No of positive dog	Infection rate(%)
Pet-Dogs	<2	6	1	16.7
	≥2	4	1	25.0
Breeding-Dogs	<2	42	3	7.1
	≥2	48	14	29.2
Total	<2	48	4	8.3
	≥2	52	15	28.8

* FASTest[®] HW Antigen (Mega Cor, Austria) Kit used

항원 검사에서 19.0%의 감염률은 정 등²⁷⁾의 전남, 광주지역에서 4.0%, 이 등²⁸⁾의 인천지역에서 2.7%의 감염률 보고와 비교하여 볼 때 다소 높게 나타났으나 서 등²⁹⁾의 수도권 일대지역 50.3% 감염률 보다는 낮게 나타나 지역적으로 혹은 조사 대상견에 따라 감염률에 있어서 많은 차이를 보여 주고 있다.

심장사상충의 성별간 감염률에 대한 기존 보고^{31,32)}를 보면 암컷에 비하여 수컷이 외부에서 사육되고 있는 경우가 많고 또 암컷의 호르몬 중 유충의 성장을 지연시키는 성분이 포함되어 있어 같은 연령대에서는 암컷에 비해 수컷에서 일반적으로 감염률이 높게 나타나는 것으로 알려져 있다. 그러나 Table 2에서 보는 바와 같이 본 성적에서는 암컷이 39두 검사중 9두(23.1%)가 양성이며, 수컷은 61두 검사에서 10두(16.4%)가 양성을 보여 암컷의 감염률이 높아 기존의 성적과는 일치하지 않았다.

연령별로 감염률은 Table 3과 같다. 애완견 및 번식견의 2세 미만에서는 각각 16.7%, 7.1%의 양성을 보였으나, 2세 이상에서는 25.0%,

29.2%의 양성을 보여 감염률이 높은 것으로 나타났다. 이는 기존 보고²²⁻³⁰⁾와 같은 결과로서 노령견 일수록 심장사상충의 매개체인 모기에 노출될 기회가 많고 따라서 개 심장사상충에 감염될 수 있는 기회가 증가되기 때문으로 생각된다.

개 심장사상충의 지역별 감염률은 Table 4에서 보여 주고 있다. 애완견 10두를 포함한 공주에서 조사한 43두중 15두(34.9%)가 양성 반응을 보임으로써 조사 지역 중 가장 높게 나타났으며 다음으로는 금산 지역에서 27두중 4두(14.8%)가 양성 반응을 보였다. 그러나 연기에서는 2농가 30두 중 양성 반응을 보인 개체는 없었다. 이것은 연기에서 조사 농가 및 사육두수가 다른 지역보다 상대적으로 적은데 기인한 것으로 생각되며 따라서 앞으로 좀더 많은 농가와 두수를 선정하여 조사할 필요성이 대두되었다.

심장사상충의 감염이 확인된 개체 19두를 대상으로 WBC 등 8종에 대하여 혈액상 소견을 관찰한 결과는 Table 5와 같다. WBC 및

Table 4. Distribution of the heartworm-infected dogs in eastern Chungnam province

Location	Farms	Herds	No of dogs		
			Examied*	Infected	Infection rate (%)
Gongju	4	750	43	15	34.9
Yeongi	2	160	30	0	0.0
Geumsan	3	346	27	4	14.8
Total	9	1,256	100	19	19.0

* FASTest[®] HW Antigen (Drew, Austria) Kit used

Table 5. Hematological values of the heartworm-infected dogs

Items	Normal range*	Values	Items	Normal range	Values
WBC (K/ μ l)	4.0~17.0	21.4 \pm 7.2**	MCT (%)	24.0~46.0	43.9 \pm 11.9
Eosinophils (K/ μ l)	0.0~ 2.4	3.5 \pm 0.4	MCV (fl)	40.0~60.0	57.1 \pm 12.0
RBC (M/ μ l)	5.0~10.0	6.9 \pm 1.8	MCH (pg)	11.1~17.0	20.7 \pm 7.6
Hb (g/dl)	8.0~15.0	8.7 \pm 3.5	MCHC (g/dl)	28.2~36.0	32.9 \pm 8.1

* Values of the health dogs

**Mean \pm standard deviation

eosinophils의 수치가 정상 수치보다 높았지만 다른 검사 항목에 대해서는 대체적으로 정상 수치 범위 내에 있었다. Kim 등¹⁰⁾은 임상 증상을 보인 진도견 환축 2두에서 WBC 32.16 K/ μ l을 측정하여 본 성적 21.4 \pm 7.2 K/ μ l과는 차이를 보였는데 이것은 WBC 수치가 높아질수록 개 심장사상충 감염 정도가 심해짐을 의미하는 것으로 생각된다. 한편 Kim 등³²⁾이 개 심장사상충에 감염된 진도견 혈액상을 간접법 및 직접법으로 조사하여 호산구의 평균치를 각각 2.8 K/ μ l, 3.0 K/ μ l으로 보고하였는데 본 성적 3.5 \pm 0.4 K/ μ l 보다 다소 낮았다. WBC와 eosinophils의 증가는 피부 및 호흡기 질병과 기생충 감염에 주로 나타나는 것으로 알려져 있으며³³⁾, 본 성적에서 WBC와 eosinophils의 증가는 장내 기생충 감염으로 유발되었을 가능성을 배제할 수 없으나 Kim 등³²⁾의 연구 결과를 고려하여 볼 때 장내 기생충 감염에 의한 영향은 적을 것으로 사료된다.

결 론

2002년 12월에 충남 동부 지역(공주, 금산 및 연기)에서 애완견 및 번식견을 집단적으로 사육하고 있는 9농가를 대상으로 특이 임상 증상이 없는 개 100두(암컷 39두, 수컷 61두)를 대상으로 심장사상충의 감염률을 조사하였다. 조사 방법은 혈액 내에 존재하는 필라리아 자충을 검출하는 modified Kontt's test와 단클론 항체를 이용한 항원 검사법(FASTest[®] HW Antigen, Mega Cor, A-6912 Horbranz-Austria)을 이용하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 필라리아 자충 검사와 항원 검사에 의한 개 심장사상충의 감염률은 각각 11.0%(11/100두), 19.0%(19/100두)로 조사되었다.
2. 성별에 따른 감염률은 암컷이 23.1%(9/39두)로 수컷 16.4%(10/61두) 보다 다소 높은 감염률을 보였다.
3. 연령에 따른 감염률은 2세 미만에서 8.3%(4/48두), 2세 이상에서는 28.8%(15/52두)로 나이든 개에서 감염률이 높았다.
4. 지역별 감염률은 공주 34.9%(15/43두), 금

산 14.8%(4/27두)을 보인 반면 연기에서는 0%(0/30두)을 보였다.

5. 항원 검사에서 양성을 보인 개체의 WBC (21.4 \pm 7.2 K/ μ l) 및 eosinophils(3.5 \pm 0.4 K/ μ l) 수치는 정상 개의 수치 보다 높았다. 이상의 결과를 종합하여 볼 때 충남 동부 지역에서 개 심장사상충의 감염이 확인되었으며, 이에 대한 예방대책이 필요할 것으로 사료된다.

참고문헌

1. 이재구. 1999. 최신수의기생충학. 대학교과 서주식회사. 대구 : 245~249.
2. Rawlings CA, Calvert CA. 1995. Heartworm disease. In *Textbook of veterinary internal medicine*. 4th ed, WB Saunders pub. Philadelphia : 1046~1068.
3. Yoshimura EK, Wescott RB. 1987. Canine heartworm Disease : A Zoonosis concern. *Parasitology* 11 : 575~578.
4. Ciferri F. 1982. Human pulmonary dirofilariasis in the United states. *Am J Trop Med Hyg* 31 : 302~308.
5. Soulsby E.J.L. 1982. *Dirofilaria immitis*. In *Helminths, Arthropods and Protozoa of Domesticated animals*, 7th ed, Bailliere Tindall, London : 307~312.
6. Makiya K. 1997. Recent increase of human infections with dog heartworm *Dirofilaria immitis* in Japan. *Parasitologia* 39 : 387~388.
7. Milanez de Campos JR, Barbas CS, Filomeno LT, et al. 1997. Human pulmonary dirofilariasis. *Chest* 112 : 729~733.
8. Pampiglione S, Canestri TG, Rivasi F. 1995. Human dirofilariasis due to *Dirofilaria repens*. *Parasitologia* 37 : 149~193.
9. Lee KH, Park GM, Yong TS, et al. 2000. The first Korean case of human pulmonary dirofilariasis. *Yonsei Med J*

- 41 : 285~288.
10. Kim MC, Kim JM, Kim DH, et al. 1999. Two cases of *Dirofilariasis* in Dogs. *Korean J Vet Clin Med* 16(1) : 235~238.
 11. Ryan WG, Gross St, Soll MD, et al. 1995. Diagnosis of feline heartworm Sym '95. Batavia, IL : Am Heartworm Soc : 121~126.
 12. Leingruber PP, Klopfenstein HS, Wann LS, et al. 1993. The hemodynamic derangement associated with right ventricular diastolic collapse in cardiac tamponade: an experimental echocardiographic study. *Circulation* 68(3) : 612~620.
 13. American Heartworm Society. 1995. Recommended procedures for the diagnosis, prevention, and management of heartworm(*Dirofilaria immitis*). Proc. Heartworm Symp. 95. Vatavia, IL : *Am. Heartworm Soc* : 303~308.
 14. Lee YJ, Park JH, Kwon OD, et al. 1999. Detection of *Dirofilaria immitis* by reverse transcription polymerase chain reaction in canine. *Korean J Vet Clin Med* 16(10) : 177~181.
 15. Suter PF, Lord PF. 1984. Cardiac disease. In: *A text atlas of thoracic radiography of thoracic diseases of the dog and cat*. Wettswil, Switzerland : 436~452.
 16. Jackson RF, Seimour WG, Growney PJ. 1977. Surgical treatment of the caval syndrome of canine heartworm disease. *JAVMA* 171 : 1065~1069.
 17. Lombard CW. 1984. Right heart enlargement in heartworm infected dogs. A radiographic, electrocardiographic and echocardiographic correlation. *Vet Radiol* 25 : 210 ~217.
 18. Badertscher RR, Losonsky JM, Paul AJ, et al. 1988. Twodimensional echocardiography for diagnosis of *dirofilariasis* in nine dogs. *JAVMA* 193 : 843~846.
 19. McCall JW, McTier TL, Supakordej P, et al. 1994. Further characterization of several commercially-available heartworm antigen test kits. *North. Am Vet Conf* : 461~463.
 20. Russell RC. 1990. The relative importance of various mosquitoes for the transmission and control of dog heartworm in south-eastern Australia. *Aust Vet J* 67 : 191~192.
 21. Supakorndej P, McCall JW, Lewis RE, et al. 1992. Biology, diagnosis and prevention of heartworm infection in ferrets. In : Soll MD, ed. Proceedings of the Heartworm Symposium 92. Batavia, IL : American Heartworm Society : 59~70.
 22. 이희석. 1993. 대구지역 개의 견사상충의 감염실태. *대한수의사회지* 29 : 25~27.
 23. 박응복, 이희성. 1962. 진주지방 축견의 견사사충 조사. *진주농대 연구보고* 1 : 34~58.
 24. 이재구. 1966. 아세톤 집충법에 의한 전주 지방 축견의 견사상충 감염률 조사. *대한수의사회지* 6 : 42~44.
 25. 이재구, 임병무. 1970. 한국산 축견의 선충류 감염률 조사. *전북대학교 논문집* 17 : 373~381.
 26. 이희석. 1993. 대구지역 개의 견사상충의 감염실태. *대한수의사회지* 29 : 25~27.
 27. 정대영, 김희정, 이태욱 등. 1997. 광주와 전남지역 사육견의 개심장사상충(*Dirofilaria immitis*) 감염률 조사. *한가위지* 20(1) : 47~54.
 28. 이성모, 황현순, 김종훈. 2000. 인천광역시 지역 사육견의 심장사상충 감염을 및 병리조직학적 연구. *보건환경연구원보* 8 : 285~296.
 29. 서영우, 신성식, 김종택. 2001. 수도권 일대 집단 번식농장 사육견에서의 개심장사상충 감염실태. *대한수의학회지* 41(1) : 79~83.
 30. 이정치, 이재용, 신성식 등. 1996. 국내 독일 셰퍼드(German shepherd)종의 개심장사상

- 충감염실태. 기생충학잡지 34 : 225~231.
31. Falls Pk, Platt TR. 1982. Survey of Heartworm *Dirofilaria immitis* and *Diperalonema reconditium*(nematoma : filarioidea) in dogs from Virginia and North Carolina. *Am J Vet Res* 43(4) : 738 ~739.
32. Kim CS, Lee TU. 1990. Studies on relation of heartworm and eosinophils in blood of Jindo dogs. *Korean J Vet Serv* 13(1) : 80~89.
33. Schalm OW. 1963. Interpretation of leukocyte responses in the dog. *JAVMA* 142 : 147~153.