

경남 남부지역 사육견에 대한 심장사상충 감염률 조사

김도경 · 조명희* · 박미남 · 조은정 · 남택수 · 손성기 · 허정호

경상남도축산진흥연구소 남부지소

(접수 2009. 9. 16, 게재승인 2009. 12. 24)

Prevalence of heartworm infection among dogs on breeding farms in southern Gyeongnam area

Toh-Kyung Kim, Myeong-Hui Jo*, Mi-Nam Park, Eun-Jeong Jo,
Taek-Su Nam, Seong-Ki Son, Jeong-Ho Heo

Southern branch of Gyeongnam Livestock Promotion Institute, Tongyeong 650-817, Korea

(Received 16 September 2009, accepted in revised from 24 December 2009)

Abstract

This study was attempted to survey the prevalence of heartworm infection among 253 dogs (male 167, female 86) on the 16 breeding farms in southern Gyeongnam area in May to December 2007. The results obtained from this experiment were summarized as follows; Fifty seven (22.5%) of the 253 examined dogs were heartworms-antigen positive, while twenty five dogs were *Microfilaria* positive by the modified Knott's method. The regional infection rates were of 25% in Tongyeong and 21% in Goseong, and on the breeding environment aspects, infection rates were lower in rural area than urban area farms. The infection rates were higher in female (26/86, 30.2%) than male dog (31/167, 18.6%). The infection rates by breeding size of farms were 31% (11/35) at <20 head, 26%(35/135) at 20~50 head and 13% (11/82) at >50 head. The infection rates of heartworm in examined dogs at the age of <2, 2~4 and >5 were 10.7% (8/75), 26% (40/154) and 37.5% (9/24), respectively. In the microfilaria-infected 25 dogs, identified *Dirofilaria immitis* of 21 (84%) using PCR. The dogs infected with heartworm showed the increased number of eosinophil.

Key words : Heartworms, Dogs, Infection rate, *Dirofilaria immitis*

서 론

개 심장사상충(*Dirofilaria immitis*)은 주로 개의 폐동맥과 우심실에 기생하면서 혈액순환장애를 초래하고 성충이 분비하는 대사산물이 숙주의 체내에서 면역반응을 유발시켜 그 결과 심·폐질환을 일으키는 기생충으로 알려져 있다(Rowling과 Calvet, 1995; 이, 1999, 이 등; 2003a).

사람을 비롯하여 개, 고양이, 여우 및 늑대 등의 포유

동물에 기생하며 특히 개과에 속하는 야생동물이 중요한 보충 숙주의 역할을 한다. 개 심장사상충은 모기가 흡혈하는 순간 개에게 전염(3기 자충)되며, 개의 피부 조직내로 침입하여 근육, 지방조직, 장막 등에서 발육한다. 또한 정맥을 통해 우심실 및 폐동맥으로 이동하여 성충으로 성숙하고, 성숙한 암컷은 자충(microfilariae)을 만들어 혈액내로 방출시키며, 모기의 흡혈에 의해서 다른 개체에 전파된다(Ewing, 1986; 이, 1999).

개 심장사상충에 감염되면 체중감소, 거동불편, 운동시 기침, 호흡곤란, 발열, 복수, 가시점막의 빈혈 등이 나타나며, 성충이 대정맥을 막으면 혈색소뇨와 간 및

*Corresponding author: Myeong-Hui Jo, Tel. +82-55-646-4395, Fax. +82-55-650-6765, E-mail. mhcho88@gsnd.com

신장기능의 마비 등으로 24~72시간 내 폐사하게 된다. 사람에서는 자충에 감염되면 대부분의 경우 성충으로 발육하지는 않으나 안구 내에 기생하거나, 피하 조직이나 폐등에 들어가 결절을 형성한다(Rowling과 Calvet, 1995; Ciferri, 1982).

개 심장사상충의 감염 조사는 1962년 최초로 경남 진주에서 21%의 감염률을 보고하였으며, 최근 1997년 인천지역 2.7%, 2002년 충남 동부지역 19%, 2003년 대전지역 12.1%, 2004년 전주지역 14%의 높은 감염률을 보고함으로써 인수공통전염병의 심각성이 대두되고 있다(박과 이, 1962; 이 등, 1999; 이 등, 2003a.; 유 등, 2004; 장 등, 2004; 이 등, 2005).

본 연구 · 조사는 경남 남부지역의 농장에서 집단적으로 사육되고 있는 개를 대상으로 필라리아 자충 검사와 항원검사 및 PCR 검사를 병행하여 심장사상충의 감염실태를 조사함으로써 공중보건학적으로 의의가 큰 개 심장사상충 예방대책 수립의 기초 자료를 얻고자 실시하게 되었다.

재료 및 방법

공시동물 및 채혈

2007년 5월부터 12월까지 경남남부지역인 고성, 통영지역을 중심으로 개를 집단적으로 사육하고 있는 15개 농장에서 무작위로 253두를 공시하였다. 혈액은 요골 피부정맥(cephalic vein)에서 약 3ml를 채취하여 1% EDTA로 항응고제 처리한 후 실험실로 옮겨 냉장 보관하면서 검사를 실시하였다.

심장사상충 검사

심장사상충 검사는 면역학적 방법을 이용한 간이검 사킷트로 항원검사를 실시하였으며 항원검사에서 양성으로 판정된 혈액을 대상으로 modified Knott법을 이용한 자충검사를 실시하였다. 또한 심장사상충 항원 양성으로 판정된 개체는 *D. immitis*의 감염 확인을 위해 PCR법을 이용한 유전자검사를 실시하였다.

항원검사: 면역학적 방법을 이용한 항원검사는 간이검

사킷트(Canine Heart-worm Antigen Test Kit, IDEXX, USA)를 사용하였으며 검사방법은 간이검사킷트 설명서에 따라 실시하였다.

자충검사: 말초혈액에서 심장사상충 자충 확인을 위한 modified Knott법은 혈액 1ml를 9ml의 2% form-alin액에 넣고 잘 혼합하여 적혈구를 완전히 용혈시킨 후 2,000rpm에서 5분간 원심분리하여 상층액을 제거하고 남은 침전물에 동량의 0.1% methylene blue로 염색하여 현미경으로 검경하였다(Ewing, 1986; 고 등, 2007).

PCR검사

Genomic DNA 추출: 간이검사킷트에서 항원 양성으로 판정된 감염개체에 대한 *D. immitis* 감염 확인을 위하여 genomic DNA를 추출하였으며 genomic DNA 추출은 QIAamp[®] DNA Mini Kit (QIAGEN, USA)를 사용하였다.

Polymerase Chain Reaction: *D. immitis* 확인을 위한 PCR은 Mar 등(2002)의 방법에 따라 Table 1의 primer를 사용하였다. PCR 반응은 Maxime PCR Premix (iNtRON, Korea)에 template DNA 1 μ l와 각각의 10 pmol/ μ l primer 1 μ l를 넣고 멸균증류수를 총량이 20 μ l가 되게 첨가하였다. PCR 반응조건은 PCR thermocycler(Biometra, Germany)를 사용하여 94°C에서 2분간 Preheating한 후 denaturation 94°C/30초, annealing 60°C/30초 그리고 elongation 72°C/30초를 30 cycles 수행하고 post-elongation을 72°C에서 7분간 하였다. 증폭된 PCR 산물의 확인은 1.5% agarose gel에 전기영동한 후 ethidium bromide (0.5 μ g/ml)로 염색하여 UV transilluminator (Biometra, Germany)로 확인하였다.

혈액성상검사

심장사상충 감염개체와 비감염개체의 혈액학적 차이를 확인하기 위한 혈액 성상검사는 동물전용 자동혈액분석기인 HEMAVET[®]950(Drew, USA) 혈구계산기를 이용하여 백혈구(WBC), 호중구(neutrophils), 림프구(lymphocytes), 단핵구(monocytes), 호산구(eosinophils), 적혈구(RBC), 혈색소량(Hb), 혈소판(PLT), 평균

Table 1. Primer sequences used to amplify PCR *D. immitis* DNA

Primer	Primer sequence	Product size (bp)	Genbank accession no.
D.imm-F1	CATCAGGTGATGATGTGATGAT	302	AF217800
D.imm-R1	TTGATTGGATTTTAACGTATCATTT		

적혈구용적(MCV), 평균적혈구혈색소량(MCH), 평균혈색소농도(MCHC) 등을 검사하였다.

결과 및 고찰

심장사상충 감염률

2007년 5월부터 12월까지 통영시와 고성군 등 경남 남부지역의 15개 농장에서 사육하고 있던 개에 대하여 심장사상충 간이검사키트(Fig. 1)를 사용하여 항원검사를 실시한 결과 총 253두 중 57두가 양성으로 판정되어 22.5%의 감염률을 나타내었으며, 양성으로 판정된 57두의 전혈을 modified Knott's 법을 이용하여 필라리아자충을 검사한 결과 25두가 확인되었다(Fig. 2).

항원검사에서 22.5%의 감염률은 집단 번식농장을 대상으로 한 이 등(2003a)의 19%, 유 등(2004)의 26.6% 등과 유사하게 나타났으며, 내원·애완견을 대상으로 조사한 이 등(1999)의 인천지역 내원견 2.7%, 대전지역 내원견 12.1%(장 등, 2004), 전주지역 애완견 14%(이 등, 2005) 보다는 높게 나타났는데, 이는 사육 환경에 따른 것으로 보인다(Table 2).

필라리아 자충검사는 기존 연구자들에 의해 진단의 한계성이 인정된 부분이라 본 연구에서는 항원양성으로 판정된 혈액에 대해서만 실시하였는데, 항원양성으로 판정된 혈액의 43.9%(25/57건)에서 자충이 확인되었다. 이는 알려진 바와 같이 감염견 체내에 단일 성(sex)을 가진 성충만 존재하거나 숙주의 면역반응 및 약제에 의한 자충의 구제와 자충에 대한 체표 항체 생성으로 혈중 자충의 극단적인 감소, 은폐시기 등의 원인으로 판단되었다(이 등, 2003a; 유 등, 2004; 서 등, 2001).

지역별 및 사육 환경별 심장사상충 감염률

지역별 감염률은 고성군 21%(34/161두), 통영시 25%(23/92두)로 나타났으며, 사육 환경에 따라 분류해 본 결과 도시외곽 35%(20/57두), 농촌지역 19%(37/196두)로 오히려 농촌지역 사육 견보다 도시외곽에서 사육하는 개에서 더 높은 감염률을 보였다. 이는 모기발생이 덜한 도시 외곽지역 사육농장이 농촌지역 사육농장보다 모기구제와 질병예방에 소홀한 때문으로 추정된다(Table 3, 4).

예방치료에 따른 심장사상충 감염률

예방치료 실행여부에 따른 감염률 조사 결과 예방치료를 실시하고 있는 농장은 16%(23/146두), 선별적 치료를 실시하는 농장은 31%(11/35두), 예방치료를 하지 않는 농장은 32%(23/72)로 나타났다. 결과로 미루어 선별적 치료는 예방치료를 하지 않는 것과 같아 예방



Fig. 1. Heartworm antigen positive and negative by Canine heartworm antigen test kit.

Table 2. Infection rate of heart-worm using the detection kit and modified Knott's method

No. of dogs examined	No. of dogs positive dogs (%)	
	Antigen test	Microfilaria test
253	57 (22.5)	25 (9.8)

Table 3. Infection rate of heart-worm by district

District	No. of farms	No. of dogs examined	No. of positive dogs	%
Tongyeong	7	92	23	25
Goseong	8	161	34	21
Total	15	253	57	22.5

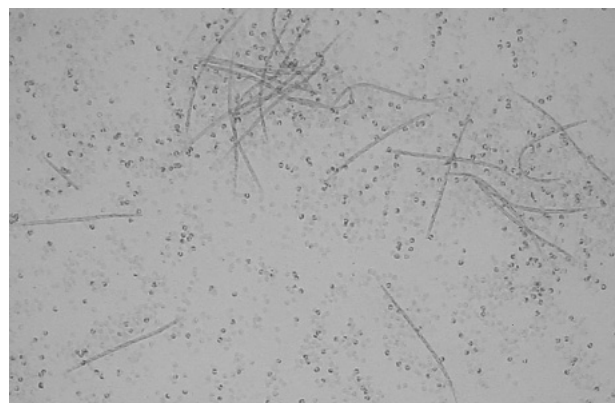


Fig. 2. Microfilaria detected by modified Knott's method.

치료에는 아무런 도움이 되지 않는 것으로 나타났다 (Table 5).

사육 규모별 심장사상충 감염률

사육 규모별로 감염률을 살펴 본 결과 20두 미만의 소규모 농장은 31%(11/35두), 20두 이상 50두 미만 농장은 26%(35/135두), 50두 이상 농장은 13%(11/82두)로 사육규모가 큰 농장일수록 감염률이 낮게 나타났는데, 대규모 사육농가일수록 예방과 치료에 적극적인 것으로 보인다(Table 6).

성별 및 연령별 심장사상충 감염률

연령별 감염률은(Table 7) 2세 미만에서 10.7%(8/75두), 2세 이상 4세 이하에서 26%(40/154두), 5세 이상에서 37.5%(9/24두)로 연령이 많을수록 감염률이 높게 나타났다. 이는 나이든 개일수록 심장사상충의 매개체인 모기에 노출될 기회가 많고 따라서 개 심장사상충에 감염될 수 있는 기회가 증가되기 때문으로 본 기존 보고와 같았다(이 등, 2003a.; 유 등, 2004; 장 등, 2004).

성별과 감염률과의 상관관계조사에서 이 등(1996), Hatsushika 등(1992), Copland 등(1992)은 성별간 유의성 있는 감염률의 차이를 보이지 않는다고 하였으나(장 등, 2004), 이번 조사에서는 암컷 30.2%(26/86두), 수컷 18.6%(31/167두)로 암컷이 수컷보다 높게 나타났다(Table 8). 기존 보고를 보면 암컷에 비하여 수컷이 외부에서 사육되고 있는 경우가 많고 또 암컷의 호

르몬 중 유충의 성장을 지연시키는 성분이 포함되어 있어 같은 연령대에서는 암컷에 비해 수컷에서 일반적으로 감염률이 높게 나타나는 것으로 알려져 있다(이 등, 2003a; 유 등, 2004). 본 성적 Table 9를 보면 2세 미만 · 5세 이상에서는 수컷의 감염률이 높게 나타나나, 2세 이상 4세 이하에서는 암컷의 감염률이 더 높게 나타나 기존의 성적과는 일치 하지 않았다. 2004년 장 등(2004)의 조사를 보면 수컷보다 암컷의 감염률이 더 높았으며 이유로 평균연령을 비교하여 암컷이 다소 높았다고 하였는데, 본 조사에서도 높은 감염률을 나타낸 암컷의 평균 연령이 수컷보다 다소 높은 것으로 나타났다.

심장사상충 항원양성축의 혈액검사 결과

심장사상충증으로 진단된 개의 혈액학적 소견들은 경증에서 중증도의 빈혈과 저혈소판증, 뚜렷한 백혈구 증가증, 중증도에서 뚜렷한 정도의 호중구 증가증, 호산구 증가증 그리고 단핵구 증가증이 나타난다(Niwetpathomwat 등, 2007). 이번 조사에서 감염견 혈액(56건)과 비감염견 혈액(55건) 검사 평균치를 검토한 결과 감염견 혈액의 대부분 검사항목이 정상범위 내에 있었으며 비감염견 혈액에 비해 평균치 및 편차가 대체로 높게 나타나고 호산구(Eosinophils)가 다소 증가하였다, 뚜렷한 혈액학적 소견을 나타내는 개체(12두)의 평균치를 분석한 결과 백혈구(20.9 ± 5.3) · 호중구(11.8 ± 2.0) · 림프구(5.0 ± 2.5) · 호산구(2.4 ± 1.2)가 증가하였다. 고 등(2007)과 이 등(2003a; 2005)은 백혈구와 단핵구의 증가를 보고하였는데 이번 조사에서는 백혈구와 림프구, 호중구, 호산구의 증가가 나타났으나 전 항

Table 4. Infection rate of heart-worm by breeding environment

Regions	No. of farms	No. of dogs examined	No. of positive dogs	%
Outskirts of a city	4	57	20	35
Rural area	11	196	37	19
Total	15	253	57	22.5

Table 5. Infection rate of heart-worm by prevention and treatment

Groups	No. of farms	No. of dogs examined	No. of positive dogs	%
Prevention and treatment	6	146	23	16
Selected treatment	2	35	11	31
No prevention	7	72	23	32
Total	15	253	57	22.5

Table 6. Infection rate of heart-worm by breeding size of farm

No. of dogs	No. of farms	No. of dogs examined	No. of positive dogs	%
>20	5	35	11	31
20 to 49	8	136	35	26
≥50	2	82	11	13
Total	15	253	57	22.5

Table 7. Infection rate of heart-worm by age

Ages (years)	No. of dogs examined	No. of positive dogs	%
<2	75	8	10.7
2 to 4	154	40	26
≥5	24	9	37.5
Total	253	57	22.5

Table 8. Infection rate of heart-worm by sex

Sex	No. of dogs examined	No. of positive dogs	%
Male	167	31	18.6
Female	86	26	30.2
Total	253	57	22.5

Table 9. Infection rate of heart-worm by sex and age

Ages (years)	Sex	No. of dogs examined	No. of positive dogs	%
> 2	Male	56	7	12.5
	Female	19	1	5.3
2 to 4	Male	96	18	18.8
	Female	58	22	37.9
≥5	Male	15	6	40.0
	Female	9	3	33.3
Total	Male	167	31	18.6
	Female	86	26	30.2

목에서 심각한 이상 수치를 보인 1두를 제외하고는 단 핵구의 증가는 관찰되지 않았다, 또 농장별 비감염견, 감염견들의 혈액검사 결과 개체별 수치 차이가 심해서 호산구의 증가 외 혈액검사 소견은 별 유의성이 없어 보였는데, 이는 농장별 사육관리 상태 및 감염 진행 정도, 타 질병의 감염 등 복합적 원인 때문으로 추정된다 (Table 10).

심장사상충(*Dirofilaria immitis*) PCR 검사 결과

필라리아 자충 감염이 확인된 25두의 혈액에 대하여 특이 primer를 이용 PCR법을 실시한 결과 21두에서 302bp의 *D. immitis* 유전자 산물을 확인할 수 있었다 (Fig. 3). Rishniw 등(2006)은 특이항원검사에서 *D. immitis* 음성이고 필라리아자충 형태학적으로 *A. reconditum*으로 진단되었던 개체를 PCR 법을 통해 *D.*

Table 10. Hematological values of heart-worm-infected dogs and heart-worm-negative dogs

Hematological parameters	Heartworm-infected (n=56)		Heartworm-negative (n=50)		Reference values	
	Mean ± SD	Observation range	Mean ± SD	Observation range	Mean ± SD	Observation range
WBC*	14.4 ± 4.9	2.5-34.68	13.9 ± 3.4	7.96-21.44	11.5	6.0-17.0
Neutrophils*	8.2 ± 2.9	3.02-15.08	8.1 ± 2.2	2.63-15.82	7.4	3.0-11.8
Lymphocytes*	3.9 ± 1.9	1.63-11.92	3.9 ± 1.5	1.13-7.88	2.8	1.0-4.8
Monocytes*	0.9 ± 0.6	0.25-4.23	0.8 ± 0.3	0.38-1.95	0.75	0.2-2.0
Eosinophils*	1.3 ± 1.0	0.1-4.13	0.9 ± 0.6	0.13-2.78	0.55	0.1-1.3
Basophils*	0.2 ± 0.2	0.01-0.84	0.2 ± 0.2	0.01-1.24	0.25	0.0-0.5
Platelets*	334.8 ± 116.5	125-761	257.4 ± 124.1	57-450	300	200.-500.
RBC**	6.9 ± 1.1	4.08-9.21	6.8 ± 1.3	2.44-9.6	6.8	5.50-8.50
Hb (g/dL)	13.8 ± 2.4	8.3-18.2	13.5 ± 2.6	5-18.5	15	12.0-18.0
HCT (%)	43 ± 7.1	25-55.9	41.4 ± 7.8	18-55.4	45	37.0-55.0
MCV (fL)	62.1 ± 5.5	51.9-74.3	62.6 ± 5.4	51.6-76.6	70	60.0-74.0
MCH (pg)	19.9 ± 1.6	14.9-23.4	19.9 ± 1.4	16-22.7	22.8	19.5-24.5
MCHC (g/dL)	32.1 ± 1.8	28.4-36.2	31.9 ± 1.8	28.8-34.2	34	31.0-36.0

* × 10³cells/μl, ** × 10⁶cells/μl

Table 11. Hematological values of heart-worm-infected dogs

Hematological parameters	Heartworm-infected (n=12)		Reference values	
	Mean ± SD	Observation range	Mean ± SD	Observation range
WBC*	20.9 ± 5.3	11.14-34.68	11.5	6.0-17.0
Neutrophils*	11.8 ± 2.0	7.64-15.08	7.4	3.0-11.8
Lymphocytes*	5.0 ± 2.5	2.75-11.92	2.8	1.0-4.8
Monocytes*	1.4 ± 1.0	0.65-4.23	0.75	0.2-2.0
Eosinophils*	2.4 ± 1.2	0.55-4.13	0.55	0.1-1.3
Basophils*	0.3 ± 0.3	0.09-0.84	0.25	0.0-0.5
Platelets*	362.2 ± 137.4	136-761	300	200.-500.
RBC**	6.6 ± 1.1	4.08-8.01	6.8	5.50-8.50
Hb (g/dL)	13.2 ± 2.5	8.3-16.1	15	12.0-18.0
HCT (%)	40.7 ± 7.4	25-49.3	45	37.0-55.0
MCV (fL)	61.8 ± 4.7	55.4-66.2	70	60.0-74.0
MCH (pg)	20.1 ± 2.0	17.6-23.4	22.8	19.5-24.5
MCHC (g/dL)	32.5 ± 1.2	30.3-35.3	34	31.0-36.0

* × 10³cells/μl, ** × 10⁶cells/μl

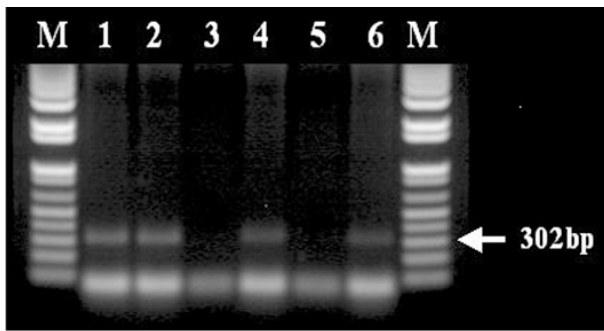


Fig. 3. Gel electrophoresis of filarial PCR products in a 1.5% agarose gel.

*immitis*로 확인함으로써 필라리아 자충의 형태학적 진단의 부정확성과 성충 특이항원검사의 한계성을 보고하였고, 국내에서 이 등(2003b)은 modified Knott's 법에서 양성인 시료에 대하여 acid-phosphate 염색법으로 필라리아 자충을 감별한 결과 개 혈액중에 *D. immitis* 뿐만 아니라 다른 필라리아 자충의 감염사실을 보고하였다(고 등, 2007).

본 연구에서도 25두의 혈액에 대한 PCR검사 결과 21두(84%)만 *D. immitis*로 확인되어 나머지는 다른 필라리아 자충인 것으로 추정된다(Table 11).

결 론

2007년 5월부터 12월까지 통영시와 고성군 등 경남 남부지역의 15개 농장에서 사육하고 있던 개를 대상으로 심장사상충검사를 실시한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 심장사상충 간이검사키트를 이용한 항원검사 결과 253두 중 57두가 양성으로 판정되어 22.5%의 감염률을 나타내었으며, modified Knott's 법을 이용한 필라리아자충 검사 결과 25두에서 자충이 확인되었다.
2. 지역별 감염률은 고성군 21%(34/161두), 통영시 25%(23/92두)로 나타났으며, 사육 환경에 따른 감염률은 도시외곽 35%(20/57두), 농촌지역 19%(37/196두)로 오히려 군·농촌지역 감염률이 다소 낮게 나타났다.
3. 사육 규모별로 감염률을 살펴 본 결과 20두 미만의 소규모 농장은 31%(11/35두), 20두 이상 50두 미만 농가는 26%(35/135두), 50두 이상 농가는 13%(11/82

두)로 사육규모가 큰 농장일수록 감염률이 낮게 나타났다.

4. 성별에 따른 감염률은 암컷 30.2%(26/86두), 수컷 18.6%(31/167두)로 암컷이 수컷보다 높게 나타났다.

5. 연령별 감염률은 2세 미만에서 10.7%(8/75두), 2세 이상 4세 이하에서 26%(40/154두), 5세 이상에서 37.5%(9/24두)로 연령이 많을수록 감염률이 높게 나타났다.

6. 개 심장사상충에 감염된 개에 대한 혈액검사 결과 개체별 편차가 심하였고, eosinophil이 다소 증가하였다.

7. 필라리아 자충 감염이 확인된 25두의 혈액에 대하여 PCR법을 실시한 결과 25두 중 21두(84%)가 *D. immitis*로 확인되었다.

참 고 문 헌

- 고바라다, 나호명, 장미선, 김지연, 박성도. 2007. 광주지역 동물 보호소내 유기견의 개심장사상충과 개 브루셀라병 감염 실태조사. 한국가축위생학회지 30(1): 155-164.
- 문형선, 현창백. 2006. Canine hertworm disease의 효율적 진단을 위한 고찰. 대한수의사회지 8: 756-763.
- 박응복, 이희성. 1962. 진주지방 축견의 견사상충 조사. 진주농대 연구보고 1: 34-58.
- 서영우, 신성식, 김종택. 2001. 수도권 일대 집단 번식농장 사육견에서의 개 심장사상충 감염실태. 대한수의사회지 41: 79-83.
- 유기조, 김원설, 이은정, 손현수, 유정희. 2004. 충북지역 집단 번식농장 사육견의 심장사상충 감염률 조사. 충북가축위생 연구소 축산위생연구보고서: 131-143.
- 이상은, 송근호, 김덕환. 2003b. 국내 개사상충증 발생률에 관한 조사 연구. 대한수의학회지 43(3): 517-520.
- 이성모, 황현순, 김종훈. 1999. 인천지역 사육견의 심장사상충 감염률 및 병리조직학적 연구. 한국가축위생학회지 22(1): 25-35.
- 이재구. 1999. 최신헌의기생충학. 대한교과서주식회사. 대구: 245-249.
- 이정원, 엄성심, 박인규, 배정준, 정동석. 2005. 전주시역 애완견에서 심장사상충, 개선충 및 모낭충 감염실태조사. 한국가축위생학회지 28(1): 39-47.
- 이정치, 이재용, 신성식, 이정길. 1996. 국내 독일 셰퍼드종의 개 심장사상충 감염실태. 대한 기생충학회지 34(4): 225-231.
- 이중훈, 심상원, 김 희, 김영진, 안신욱, 한귀섭. 2003a. 충남지역 집단 번식농장 사육견의 심장사상충 감염률 조사. 한국가축위생학회지 26(1): 19-26.
- 장승익, 송운재, 하숙희, 이상준, 정년기, 문병천. 2004. 대전지역 사육견의 심장사상충 감염실태 조사. 한국가축위생학회지 27(2): 133-137.

- Ciferri F. 1982. Human pulmonary dirofilariasis in the United States: A critical review. *Am J Trop Med Hyg* 31: 302-308.
- Copland MD, O'Callaghan MG, Hajduk P, O'Donoghue PJ. 1992. The occurrence of *Dirofilaria immitis* in dogs in South Australia. *Aust Vet J* 69(2): 31-32.
- Ewing SA. 1986. Examination for parasites. In: Coles EH, ed *Veterinary clinical pathology*. 4eds. WB Saunders Pub, Philadelphia: 385-386.
- Hatsushika R, Okino T, Shimizu M, Ohyama F. 1992. The prevalence of dog heartworm (*Dirofilaria immitis*) infection in stray dogs in Okayama, Japan. *Kawasaki Med J* 18: 75-83.
- Mar PH, Yang IC, Chang GN, Fei AC. 2002. Specific polymerase chain reaction for differential diagnosis of *Dirofilaria immitis* and *Dipetalonema reconditum* using primers derived from internal transcribed spacer region 2 (ITS2). *Vet Parasitol* 106(3): 243-252.
- Niwetpathomwat A, Kaewthamasorn M, Tiawsirisup S, Techangamsuwan S, Suvarnvibhaja S. 2007. A retrospective study of the clinical hematology and the serum biochemistry tests made on canine dirofilariasis cases in an animal hospital population in Bangkok, Thailand. *Res Vet Sci* 82(3): 364-369.
- Rishniw M, Barr SC, Simpson KW, Frongillo MF, Franz M, Dominguez Alpizar JL. 2006. Discrimination between six species of canine microfilariae by a single polymerase chain reaction. *Vet Parasitol* 135(3-4): 303-314.
- Rowling CA, Calvet CA, 1995. Heart-worm disease. In: *Textbook of veterinary internal medicine*. 4th ed. WB Saunders Pub. Philadelphia: 1046-1068.