

진도개에 감염된 심장사상충증의 초음파 진단에 관한 연구

신성식 · 권중기 · 김상기

전남대학교 수의과대학 및 동물의학연구소
(2000년 9월 2일 게재승인)

Echocardiography of heartworm disease in Jindo dogs

Sung-shik Shin, Jung-kee Kwon, Sang-ki Kim

College of Veterinary Medicine and Veterinary Medical Research Center, Chonnam National University
(Accepted by September 2, 2000)

Abstract : Echocardiography, vital signs, microfilaremia, and blood chemistry of 12 Jindo dogs naturally infected with canine heartworms (*Dirofilaria immitis*) were analysed and compared with those of 5 uninfected control Jindo dogs. Nine of the twelve infected dogs contained microfilaria in the peripheral blood, whereas the presence of adult heartworms in the pulmonary arteries and/or in the heart was detected from four dogs by echocardiography. Among the four echocardiography-positive dogs, two dogs also displayed evidence of heartworms in the right ventricle by echocardiography. Upon necropsy, a total of 547 adult worms was collected from the 12 infected dogs (av = 45.6, range = 9-166). Dogs with positive echocardiographic images of heartworms contained 48, 74, 104 and 166 adult worms in the heart, pulmonary arteries and/or in the caudal vena cava (av. 98.0), whereas 9 to 39 worms (av. 19.4) were collected from those organs of dogs with negative echocardiography. Most heartworms were found in the right ventricle (438, 80%) at necropsy, whereas relatively fewer worms were found in the pulmonary arteries (96, 17.6%), and in the caudal vena cava (13, 2.4%). The necropsy findings on the location of adult worms significantly differed from the results of echocardiographic analysis in which the right ventricle of most dogs did not show the presence of heartworms. These results indicated that the adult heartworms had been located in the terminal branches of the pulmonary arteries when the host was alive, but the worms moved toward the right ventricle shortly after the heart of the infected dogs stopped beating. Microfilaremia in the peripheral blood was the highest in the blood samples collected at 10 pm. However, the correlation between the number of microfilaria and of adult worms was not observed. Clinical and vital signs of infected dogs did not show any significant difference before and after a 30 minute-exercise at 5 km/hr compared to those of uninfected control dogs.

Key words : canine heartworm, *Dirofilaria immitis*, echocardiography, Jindo dog, microfilaria

서 론

개의 심장사상충증은 우리나라를 포함한 전세계에 걸쳐 발생하고 있는 질병으로서 주로 폐동맥이나 우심실 또는 우심방 등에 기생하는 심장사상충(*Dirofilaria immitis*)의 성충이 숙주의 혈류와 판막기능을 기계적으로 방해하여 진행성 동맥내막염을 유발시킬 뿐만 아니라 폐동맥 비대와 우심실 종대를 가져오며, 심장과 폐,

간장, 그리고 신장 등 여러 기관에 기능 이상을 야기하는 질병이다⁴. 이 질병은 고양이와 개과의 야생동물에서도 발생되고 있으며 개와 고양이에서는 중감염될 경우 치명적인 것으로 알려져 있다⁵. 심장사상충은 인수공통질병이나 모기를 통해 감염된 자충은 대부분의 경우 사람의 체내에서 성충으로 발육하지 못하고 폐조직에 결절을 형성하여 방사선 소견상 원형음영(coin lesion)이 관찰되고 피하조직에도 결절을 일으킨다^{6,7}. 이 질병으로

이 연구는 한국과학재단 연구비지원(과제번호 : KOSEF 971-0605-037-1)에 의하여 수행되었음.

Address reprint requests to Dr. Sung-shik Shin, College of Veterinary Medicine and Veterinary Medical Research Center, Chonnam National University, Kwangju 500-753, Korea.

인한 임상증상은 보통 혈액 내에 필라리아자충이 존재하는 것 이외에 특별한 임상증상을 나타내지 않으나 중 감염되어 만성으로 경과하게 되면 결국 폐고혈압증으로 진행하여 울혈성 심부전증으로 폐사하게 된다⁸.

심장사상충증을 진단하는 방법으로 순환 혈액 중의 제 1기 유충인 필라리아자충(*microfilaria*)의 검출법이나 면역학적인 방법을 비롯한 많은 유용한 방법들이 소개되고 있다⁹⁻¹¹. 그러나 심장에 기생하는 성충이 배출하는 필라리아자충은 채혈시간, 계절 및 환측의 신체 상태에 따라 정기 출현성이 있으며¹², 성충이 심장에 기생하면 서도 혈액에 필라리아자충이 검출되지 않은 소위 은폐 감염(*occult infection*)의 경우가 많아 말초혈액 내 필라리아자충의 유무에 따른 검사법은 오진율이 매우 높다^{10,13,14}. 그래서 이러한 은폐감염으로 인한 오진율을 배제하기 위해 숙주의 혈액 내에 존재하는 성충의 항원이나 특이항체를 검출하는 면역학적인 방법이 사용되고 있다¹⁵⁻¹⁸. 그 중 말초혈액 내의 성충특이항원을 효소면역표시법(ELISA)에 의해 검출하는 항원검사법은 심장사상충 진단법 중에서 가장 정확한 진단 방법으로 알려져 있다¹⁶. 하지만 이 방법으로는 심장사상충의 감염 유무만을 판정할 뿐 감염된 성충의 수를 추정하기가 어려우며 질병의 정도 및 예후를 판정하기가 어렵다². 실제 임상에 있어서 심장사상충의 치료 및 성충의 구제를 위해서는 질병의 정도, 경과 및 예후 등을 판정할 수 있어야 하지만, 심장사상충증의 임상증후군에서 보여지는 심맥관계와 폐실질 등 흉강내 구조물의 병적 변화를 항원검사법이나 필라리아자충 검사법으로는 관찰할 수 없다^{2,5}.

흉강내 구조물의 병적변화를 관찰하기 좋은 진단법인 방사선 검사와 초음파 검사는 심장사상충의 진단, 치료의 방향설정 및 효과, 예후의 판정의 보조적 수단으로 활용될 수 있으며, 다른 원인으로 인한 질환과의 감별진단이 가능하고 심혈관계, 폐실질 및 흉막강내에 나타나는 병적변화를 관찰할 수 있다는 장점이 있다^{2,5,19}. 그 중 초음파 검사는 구조물에 나타나는 병적 변화를 눈으로 확인할 수 있으며 심장 관련 질병을 관찰하는데 있어 X-ray와 같은 기존의 방법에 비해 간편할 뿐만 아니라 보다 정확한 방법으로 알려져 있다^{5,20,21}. 반면에 초음파 검사는 술자의 경험과 숙련도, 사용하는 기계의 성능 등에 따라 판독에 차이가 날 수 있으며, 공기의 존재로 인해 폐동맥 말단 부위와 폐실질 부위를 보기가 어렵다는 한계가 있다²².

우리나라에서의 진도개에 대한 연구는 진도개의 기원, 도색, 사육실태조사, 기생충 감염상태, 혈액상 및 혈액화학치 등의 연구가 수행되었다²³⁻³². 그러나 진도개에서의 심장사상충에 관한 연구는 1971년과 1985년의 감

염률에 대한 조사뿐이며 그나마 혈액 내 필라리아자충의 검출을 토대로 한 조사 결과이기 때문에 실제 감염률은 더 높을 것으로 추측된다^{12,33}. 본 연구에서는 초음파 진단기를 이용하여 진도개에 자연감염된 심장사상충의 진단을 시도하였고 이를 말초혈액 내 필라리아자충의 출현율과 혈액 내 성충특이항원의 검출률과 비교하였다.

재료 및 방법

실험동물

경기도와 충청남도 일대의 심장사상충감염 다발 지역을 조사하여 그 지역에 사육되고 있는 평균체중 16.8 kg의 진도개를 대상으로 Modified Knott's test 및 혈청 내 개심장사상충의 성충특이항원에 대한 검사를 실시하여 감염이 확인된 개 12두를 대상으로 하였으며, 아울러 비감염 대조군으로는 말초혈액에서 심장사상충 성충특이항원이 검출되지 않은 평균체중 16.2 kg의 진도개 5마리를 사용하였다.

Vital sign 검사

심장사상충에 감염된 진도개와 비감염 대조군의 진도개를 비교하기 위해 운동 전, 후의 체온, 심박수 그리고 호흡수를 측정하였다. 운동은 훈련용 주행기(*running machine*)를 이용하여 5 km/hr의 속도로 30분씩 달리기를 시켰다. 또한 심장사상충증에서 흔히 관찰되는 호흡곤란, 마른 기침, 복수, 흉수, 허탈, 식욕감퇴 등과 같은 증세의 유무를 1개월 이상 매일 주의 깊게 관찰하였다.

채혈 및 혈청분리

심장사상충의 감염여부를 진단하기 위해 대상견의 요골쪽 피부정맥(*cephalic vein*)으로부터 7 ml를 채혈하였으며 그 중 1 ml은 Modified Knott's test를 실시하기 위해 2% formalin 용액 9 ml과 혼합하고 3 ml은 항원검사를 위해 항응고제(EDTA)가 첨가된 채혈튜브에 넣었으며 나머지 3 ml은 혈액학적 검사를 위해 채혈 튜브에 넣어 응고시킨 뒤 원심분리하여 혈청을 분리하였다.

초음파 검사

초음파 검사는 초음파 진단장치(Sonoace-4800HD, Medison Co. Korea)를 이용하여 실시하였으며 5.0 MHz sector 형 탐촉자를 이용하였다. 초음파 검사는 Thomas et al³⁴의 지침을 따라 실시하였으며, 좌, 우측 흉골 주위를 전모하고 횡위로 보정한 후 마취하지 않은 상태에서 탐촉자를 이용하여 우측 4-6 늑간에서 right parasternal window를 통한 pulmonary artery level short-axis view와

좌측 5-7 늑간에서 left caudal parasternal window를 통한 apical 4-chamber view에서 좌심실, 좌심방 그리고 우심실, 우심방과 대동맥 기시부 및 폐동맥 기시부 등에서 개심장사상충 성충의 존재유무를 관찰하였다³⁵⁻³⁹. 초음파 검사는 비감염 대조군 5두를 감염견 12두와 함께 검사하였으며, 초음파 검사 시술자에게는 검사견의 개심장사상충 감염여부를 알리지 않고 검사에 임하도록 함으로써 검사자의 주관적인 판단을 최대한 배제하였다.

필라리아자충 검사

말초 혈액 내의 개심장사상충 제 1기 유충인 필라리아자충(microfilaria)의 검사는 Modified Knott's test 방법으로 실시하였으며²¹, 채혈시간에 따른 자충 검출률의 차이를 파악하기 위해 3일 동안 오전 9시, 오후 3시 그리고 오후 10시에 매일 채혈하여 검사하였다. 각 혈액 샘플은 3회 반복하여 검사하였으며, 결과적으로 3일 동안 감염견 당 총 27회 반복 측정하여 그 평균을 제공하였다. *Dirofilaria immitis*와 *Dipetalonema reconditum*의 감별은 형태학적 특징에 준하여 실시하였다⁴⁰. 경우에 따라서는 검출된 자충의 말초 혈액 내 농도를 1+에서 4+까지 4단계로 구분하였으며, 그 기준은 혈액 1 ml에 들어 있는 필라리아자충의 수가 1,000마리 이하일 경우를 1+, 1,000마리에서 5,000마리인 경우에 2+, 5,000에서 10,000마리인 경우에는 3+, 그리고 10,000마리 이상인 경우를 4+로 나타내었다. 채혈을 실시한 계절은 봄이었다.

혈액학적 검사

혈청을 이용한 혈액화학치 검사는 spectrophotometer (BTS-310, BIOSystem S.A.)와 상품화된 kit(BioSystem S.A.)를 이용하였다. Aspartate aminotransferase(AST)와 alanine aminotransferase(ALT) 및 blood urea nitrogen(BUN)은 340 nm에서 흡광도를 측정하였고, alkaline phosphatase(ALP)는 405 nm에서 흡광도를 측정하였다. 그리고 creatinine(CREA)의 분석은 500 nm에서 흡광도를 측정하였다.

장내 기생충 검사

임상검사 결과에 미치는 영향을 고려하기 위해 부검 시 일부 감염견의 소장과 대장을 절개하여 장내에 기생하고 있는 기생충 성충의 종류와 숫자를 기록하였다.

항원검사법

항원검사법은 심장에서 기생하고 있는 심장사상충의 성충으로부터 유리되어 혈액 내에 존재하는 특이 항원을 단클론항체를 이용한 sandwich enzyme-linked

immunosorbent assay(ELISA) 법에 의한 Kit(DiroCHEK®, Symbiotic Inc., San Diego, California)를 이용하여 실시하였다.

부검에 의한 성충의 확인

초음파 검사 실시 후에 감염견들을 부검하여 심장과 폐동맥 및 간정맥에서 기생하고 있는 성충의 존재유무와 기생하고 있는 성충의 수 및 기생부위를 확인하고, Modified Knott's test, 항원검사법 및 초음파 검사와 상호 비교하였다. 안락사에 의해 심장이 멈춘 후 부검하여 폐동맥 또는 성충을 확인하기까지 소요된 시간은 1시간 이내였다.

통계처리

혈액화학치 검사, Vital sign 및 Modified Knott's test 결과에 대한 유의성 검정은 Wilcoxon의 순위학 검정 방법을 이용하여 실시하였다.

결 과

채혈시간에 따른 말초혈액 내 필라리아자충의 검출 결과를 Table 1에 나타내었다. 3일 동안 하루 3차례씩 12마리 진도개의 말초혈액에서 필라리아자충의 수를 검사한 결과 평균 오후 10시에 필라리아자충이 가장 많이 출현하였고 오전 9시에 가장 적게 출현하였다. 오후 10시에 출현하는 필라리아자충의 수는 오전 9시에 비해 대체적으로 2배가 넘었으며 주로 오전보다는 오후로 갈수록 필라리아자충의 출현율이 높았다($p=0.038$). 감염견 12마리 중 3마리에서는 총 27회의 검사에서 자충이 검출되지 않았다.

심장사상충에 감염된 진도개와 비감염 진도개의 혈액화학치 검사 결과를 Table 2에 나타내었다. 감염견의 혈청을 이용한 혈액화학치 검사에서 AST는 40.2 ± 4.2 u/L, ALT는 47.7 ± 4.6 u/L, ALP는 206.9 ± 23.8 u/L 이었고 BUN은 15.0 ± 1.5 mg/dl, CREA은 0.997 ± 0.53 mg/dl 였다. 이에 비해 비감염 진도개의 AST는 28.3 ± 2.8 u/L, ALT는 24.8 ± 1.3 u/L, ALP는 130.3 ± 27.9 u/L 이었고 BUN은 9.4 ± 0.7 mg/dl, CREA은 1.5 ± 0.01 mg/dl으로, 심장사상충 감염견은 대체적으로 AST, ALT, ALP, BUN에서 대조군에 비해 높은 숫치를 보였으며 다만 CREA만이 비감염 대조군에 비해 낮은 숫치를 보였다($p<0.05$).

진도개의 장내 기생충 검사 결과를 Table 3에 나타내었다. 감염견 중 3마리를 제외하고는 모두 1종류 이상의 장내 기생충에 감염되어 있었으며 *Ancylostoma caninum*, *Toxocara canis*, *Trichuris vulpis*, *Diphylidium caninum* 등에 단독 또는 혼합감염되어 있었다. 그 중

Table 1. Microfilarial counts of *Dirofilaria immitis* in the peripheral blood of Jindo dogs

No	9 am			3 pm			10 pm			Mean±SE
	Day1	Day2	Day3	Day1	Day2	Day3	Day1	Day2	Day3	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	265	465	365	465	350	535	800	665	1000	545.6±78.9
3	6235	2300	1035	4050	4865	4550	6265	3535	3700	4059.4±566.8
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	4385	450	450	2600	3085	2865	3485	3165	7185	3074.4±675.3
6	5600	11500	7885	6185	7465	11085	14085	12135	17265	10356.0±129.7
7	650	235	785	2115	2065	1235	1235	2135	4835	1698.9±454.0
8	265	50	250	165	165	215	715	1280	1130	470.6±152.3
9	2550	1565	2665	3800	4050	4685	3235	7485	11800	4648.3±1054.8
10	7650	19715	5915	24600	17135	26850	31765	50285	52665	26286.7±5520.4
11	285	185	300	435	250	485	715	700	NM	419.4±67.5
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mean	2323.8	3038.8	1637.5	3701.3	3285.8	4375.4	5191.7	6782.1	9043.6	
±SE	±827.3	±1780.3	±750.1	±1987.7	±1440.3	±2247.9	±2681.3	±4091.3	±4671.8	

Values represent the mean number of three consecutive counts of microfilaria per 1 ml of blood, as measured by the modified Kontt's test. SE: standard error. NM: not measured.

Table 2. Serum chemistry values of heartworm-infected Jindo dogs and of uninfected control dogs

	No ¹	Age	Sex	AST(u/L)	ALT(u/L)	ALP(u/L)	BUN(mg/dl)	CREA(mg/dl)
Heartworm Infected Jindo dogs	1	3y	♀	28.98	56.22	181.1	13.46	0.907
	2	2y	♂	42.60	76.30	325.6	11.73	1.247
	3	4y	♀	25.66	41.03	153.7	14.89	0.955
	4	3y	♀	66.69	31.42	158.1	16.52	1.166
	5	3y	♀	35.09	57.44	141.6	8.04	0.741
	6	4y	♂	48.36	60.23	219.7	16.48	0.959
	7	4y	♀	26.01	48.88	184.3	21.07	1.110
	8	4y	♀	32.65	31.42	194.9	20.54	1.107
	9	4y	♀	52.55	38.06	151.9	18.87	1.033
	10	3y	♀	43.12	36.14	358.1	8.73	0.749
	Mean±SE			40.2±4.2	47.7±4.6	206.9±23.8	15.0±1.5	0.997±0.53
Uninfected control Jindo dogs	1	6y	♀	37.88	20.60	226.2	8.81	1.49
	2	5y	♂	25.49	27.76	63.42	7.96	1.46
	3	3y	♂	21.12	25.66	98.82	12.13	1.44
	4	4y	♀	26.42	26.74	110.43	9.42	1.43
	5	4y	♀	30.55	23.32	152.45	8.90	1.48
	Mean±SE			28.3±2.8	24.8±1.3	130.3±27.9	9.4±0.7	1.5±0.01

AST: aspartate aminotransferase, ALT: alanine aminotransferase, ALP: alkaline phosphatase, BUN: blood urea nitrogen, CREA: creatinine. °Serum biochemical values of normal Jindo dog range: AST: 23.3±22.9 u/L, ALT: 19.8±14.2 u/L, BUN: 12.9±8.3 mg/dl (Lee, Choi, Park, *et al.* 1992). Serum biochemical values of dogs: AST: 0-40 U/L, ALT: 4-66 U/L, ALP: 0-88 U/L, BUN: 5-28 mg/dl, CREA: <1.5 mg/dl (Duncan and Prasse, 1986) ¹Data for 2 infected dogs were not included due to an unexpected injury acquired from a fighting during the experiment and therefore were inadequate for comparison.

*Ancylostoma caninum*은 8마리에서 감염이 확인되어 가장 감염률이 높았다.

심장사상충에 감염된 진도개 및 대조군으로 사용한 비감염 진도개들을 시속 5 km로 30분간 운동을 시키기

Table 3. Number of adult nematodes collected from the intestines of heartworm-infected Jindo dogs

No	Number of intestinal parasites				Total
	<i>A. caninum</i>	<i>T. canis</i>	<i>T. vulpis</i>	<i>D. caninum</i>	
1	11	0	188	0	199
2	600	11	0	2	613
3	0	0	0	350	350
4	4	43	1482	0	1529
5	95	0	238	1	334
6	33	0	0	0	33
7	17	0	3	0	20
8	83	8	25	0	116
9	37	0	0	0	37
Total	880	62	1936	353	3231
Mean±SE	97.8±63.8	6.9±4.7	215±161.3	39.2±38.8	359±160.0

A. caninum: *Ancylostoma caninum*, *T. canis*: *Toxocara canis*, *T. vulpis*: *Trichuris vulpis*, *D. caninum*: *Dipylidium caninum*. SE: standard error. Intestinal parasites from 3 infected dogs were not collected during the necropsy.

Table 4. Vital signs of heartworm-infected Jindo dogs and of uninfected control dogs

	NO ¹	BW ¹	SEX	Before Exercise			After Exercise		
				BT ²	HR ³	RR ⁴	BT	HR	RR
Hartworm -infected Jindo dogs	1	17	♀	38.2	93	63	39.5	108	132
	2	15	♀	39.3	140	51	40.3	141	132
	3	17	♂	39.4	135	45	40.8	120	132
	4	20	♀	39	114	36	40.4	274	207
	5	16	♀	39	165	24	40.1	69	27
	6	16	♂	38.5	126	54	39.8	162	168
	7	19	♀	38.5	96	27	40.2	156	169
	8	18	♀	38.6	90	39	40.6	156	186
	9	13	♀	39.2	123	45	40.3	168	186
	10	13	♀	37.9	117	39	38.8	150	94
	Mean±SE	16.4±0.7		38.8±0.2	119.9±7.4	42.3±3.8	40.1±0.2	150.4±16.9	143.3±16.8
Uninfected control Jindo dogs	1	16	♀	38	126	42	41	141	198
	2	17	♂	39.4	141	36	40.1	144	153
	3	15	♂	39.8	165	144	41.5	132	180
	4	17	♀	37.9	96	36	40.6	156	189
	5	16	♀	38.6	102	54	42	126	183
	Mean±SE	16.2±0.37		38.7±0.4	126±12.7	62.4±20.7	41.0±0.3	139.8±5.2	180.6±7.6

¹BW: Body weight(kg), ²BT: Body temperature (°C), ³HR: Heart rates (beats/min), ⁴RR: Respiratory rates (breaths/min) SE: standard error. ¹Data for 2 infected dogs were not included due to an unexpected injury acquired from a fighting during the experiment and therefore were inadequate for comparison.

전과 후의 임상증상 및 체온, 심박수, 호흡수를 비교하여 Table 4에 나타내었다. 운동을 시키기 전 심장사상충에 감염된 진도개의 평균 체온은 38.8±0.2°C 이었고 평균 심박수는 119.9±7.4 beats/min 이었으며, 평균 호흡수는 42.3±3.8 breaths/min 이었다. 이에 비해 대조군 진도

개들의 평균 체온은 38.7±0.4°C 이었고 평균 심박수는 126±12.7 beats/min 이었으며 평균 호흡수는 62.4±20.7 breaths/min 이었다. 시속 5 km로 30분간 운동을 시킨 후 심장사상충에 감염된 진도개의 평균 체온은 40.1±0.2°C 이었고 평균 심박수는 150.4±16.9 beats/min 이었

Table 5. Necropsy results, ultrasonographic findings, and microfilarial counts in the peripheral blood of heartworm-infected Jindo dogs

No	MF in blood ¹	Location of adult worms of necropsy									Total	Ultrasonographic location of adult worms when alive
		Right ventricle			Pulmonary artery			Vena cava				
		F ²	M ³	T ⁴	F	M	T	F	M	T		
1	-	5	5	10	3	1	4	0	0	0	14	
2	+	10	11	21	3	3	6	0	0	0	27	
3	++	9	10	19	10	9	19	5	5	10	48	PA ⁵
4	-	8	1	9	0	0	0	0	0	0	9	
5	++	6	1	7	5	2	7	0	0	0	14	
6	++++	97	46	143	8	15	23	0	0	0	166	PA, RV ⁶
7	++	20	7	27	1	2	3	0	0	0	30	
8	+	9	1	10	0	0	0	0	0	0	10	
9	++	44	23	67	22	12	34	1	2	3	104	PA, RV
10	++++	27	47	74	0	0	0	0	0	0	74	PA
11	+	18	21	39	0	0	0	0	0	0	39	
12	-	7	5	12	0	0	0	0	0	0	12	
Total		260	178	438	52	44	96	6	7	13	547	
Mean		21.7	14.8	36.5	4.3	3.7	8.0	0.5	0.6	1.0	45.6	
±SE ⁷		±7.6	±4.8	±11.7	±1.9	±1.5	±3.2	±0.4	±0.4	±0.8	±13.8	

¹Number of microfilaria per 1 ml of blood, as measured by modified Knott's test. Refer to Table 1 for detailed results (+: under 1,000/ml ++: 1,000~5,000/ml +++: 5,000~10,000/ml ++++: over 10,000/ml) ²Number of female adult worms. ³Number of male adult worms. ⁴Total number of adult worms. ⁵Pulmonary arteries. ⁶Right ventricle. ⁷standard error.

며, 평균 호흡수는 143.3±16.8 breaths/min 이었다. 이에 비해 운동을 시킨 후의 대조군에서는 평균 체온이 41.0±0.3°C 이었고 평균 심박수는 139.8±5.2 beats/min 이었으며, 평균 호흡수는 180.6±7.6 breaths/min 이었다. 위의 결과로 미루어 볼 때 심장사상충에 감염된 진도개들은 대조군에 비해 특별한 임상증상의 변화를 인정할 수 없었다($p > 0.05$). 뿐만 아니라 1개월 이상 매일 임상증상의 발현 여부를 관찰하였지만 심장사상충증에서 흔히 나타나는 호흡곤란, 마른 기침, 복수, 흉수, 허탈, 식욕감퇴 등과 같은 증세는 관찰되지 않았다.

심장사상충에 자연 감염된 진도개의 말초혈액내 필라리아자충 수와 부검시 검출된 성충의 수 및 초음파 검사 소견을 종합하여 Table 5에 나타내었다. Modified Knott's test 법에 의한 말초혈액 내의 제 1기 자충의 수와 부검시 성충의 숫자와는 상관관계를 인정할 수 없었으며($p > 0.05$), 감염견 중 3마리에서는 말초혈액 내에서 자충이 검출되지 않았다. 감염견 12두와 비감염 대조군 5두를 함께 검사한 blind test에서 초음파 검사에 의해 성충이 확인된 경우는 감염견 12두 중 4마리였다. 그 중 초음파 검사로 폐동맥 또는 우심장 모두에서 성충의 존재를 확인할 수 있었던 경우는 2마리였으며(Fig 1), 다른 2마리에서는 폐동맥에서만 성충의 존재가 확인되고

우심장에서는 관찰되지 않았다(Fig 2). 나머지 항원검사 양성견에서는 심장사상충 성충의 존재를 확인할 수 없었다(Fig 3).

초음파 검사 후 부검을 실시한 결과 12마리의 진도개로부터 총 547마리(평균 45.6마리)의 성충이 검출되었으며 적게는 9마리에서 많게는 166마리가 감염되어 있었다. 초음파 검사에서 성충이 확인된 4마리로부터는 부검시 48-166마리(av. 98.0)의 성충이 검출되었으며, 대부분의 성충은 초음파 검사에 의한 관찰 결과와는 달리 우심실(438, 80.1%)에서 발견되었다. 또한 폐동맥에서도 총 96마리(av. 8.0)의 성충이 검출되었으며 2마리의 진도개에서는 후대정맥에서도 성충이 발견되었다. 초음파 검사에 의해 폐동맥과 우심실에서 성충을 관찰할 수 있었던 2마리의 진도개는 166마리와 104마리의 성충에 중감염되어 있었던 진도개였으나 감염된 다른 진도개와 비교하여 특별히 다른 임상증상은 보이지 않았다. 또한 초음파 검사에 의해 성충이 폐동맥에서만 관찰되었던 2마리의 진도개에서도 각각 74마리와 48마리가 중감염되어 있었다. 초음파 검사에 의해 폐동맥 또는 우심실에서 성충의 존재를 확인할 수 없었던 8마리의 감염견들로부터는 부검시 9-39(av. 19.4) 마리의 성충이 대부분 우심실에서 발견되었다.

Fig 1. Echocardiographic images and the necropsy finding of a Jindo dog heavily infected with heartworms. 1A&B; B mode images of the pulmonary artery and the right ventricle. The presence of numerous heartworms was imaged as echogenic lines (arrow) in the pulmonary artery (1A) and in the right ventricle (1B). 1C; A total of 166 adult worms was collected from the heart and the pulmonary arteries upon necropsy from the same dog.

Fig 2. Echocardiographic images and necropsy finding of a Jindo dog moderately infected with heartworms. 2A&B; B mode images of the pulmonary artery and the right ventricle. Notice multiple linear hyperechoic lines representing heartworms (arrow) in the right pulmonary artery (2A), whereas the presence of adult worms was not recognized in the right ventricle (2B). 2C; A total of 74 adult worms was found mainly from the right ventricle upon necropsy of the same dog.

Fig 3. Echocardiographic images and necropsy finding of a Jindo dog with light heartworm infection. The presence of heartworms was not detected in the pulmonary artery (3A) or in the right ventricle (3B) by echocardiography. However, a total of 14 adult worms was collected at necropsy from the same dog (3C).

고 찰

이 연구는 심장사상충에 감염된 진도견에 대한 초음파의 진단적 가치를 확립함으로써 소동물 임상에서 이를 활용할 수 있도록 하기 위해 실시하였다. 이 연구의 결과로 미루어 볼 때 진도견에서 심장사상충의 존재를 초음파 진단 장치만으로는 감염여부를 정확히 가려내기는 어려우나, 반면에 심장초음파에서 성충이 확인되었을 경우는 검출된 부위 및 echogenicity의 정도와 감염된 성충의 수와 비례함을 시사하여 치료방향을 결정할 때 참고할 수 있는 가치가 있음을 알 수 있었다.

Badertscher *et al*²²은 심장사상충에 자연 감염된 8마리의 개들을 대상으로 초음파 검사와 부검을 실시한 결과 감염된 성충의 수가 7-69마리였던 경우에는 초음파 검사로 모두 관찰할 수 있었지만 단지 4마리의 성충을 가지고 있던 1마리의 개에서는 성충을 관찰할 수 없었다고 보고하였다. 또한 Hagio *et al*²⁶은 평균 체중 12 kg 이며 심장사상충에 자연 감염된 26마리의 개들을 대상으로 초음파 검사를 실시한 결과 감염된 성충의 수가 10-90마리였던 경우에는 초음파 검사에 의해 성충을 관찰할 수 있었지만 10마리 이하에서는 관찰할 수 없었다고 보고하여 본 연구에서 40마리 이하의 성충을 가졌던 진도개에서 초음파 검사에 의해 성충을 관찰할 수 없었던 것과 비교해 볼 때 상당한 검출률의 차이를 보였다. 성

충의 수와 비교하여 초음파 검사의 검출률에 차이가 생기는 이유로는 초음파 진단기를 조작하는 술자의 숙련도와 사용된 초음파진단기계 및 탐촉자의 종류, 그리고 개의 품종에 따라 상당한 차이를 보일 가능성이 크며, 아울러 초음파진단기로는 폐동맥 말단부위 및 폐실질을 보기가 어렵다는 점에 의해서도 기인한다고 생각된다²². 더구나 초음파 검사는 기생충의 단층상 밖에 볼 수 없으므로 성충의 수가 적을 경우 확인하기가 어렵다는 단점도 있다². 본 연구에서 초음파에 의한 감염견의 검출률이 낮은 또 하나의 이유로는 감염견들을 비감염 대조군 5두와 함께 실시한(blind tested) 본 실험의 성격상 술자가 검사견의 감염여부를 알지 못하는 상황에서 감염여부의 판정시 보다 보수적인 자세를 취했을 가능성도 있다.

본 연구에서 심장사상충의 기생부위에 대하여 초음파 검사와 부검 결과를 비교하여 볼 때 흥미로운 점을 발견할 수 있었다. 초음파 검사에서 심장사상충 성충의 주요 관찰 부위는 폐동맥이었지만 부검 결과 성충의 주요 발견 부위는 우심실이었다. 총 547마리의 성충 중 438마리의 성충이 부검시 우심실에서 발견되었다. 지금까지 심혈관내에서의 심장사상충의 기생부위에 관해서 많은 보고가 있지만 사후의 심장사상충의 이동을 고려해서 기록한 보고는 적다. Pipers³⁷는 심장사상충 성충의 초음파 검사에 의한 관찰 부위와 부검 후 성충의 발견

부위가 서로 일치하지 않는 것을 지적하고 그 원인을 숙주가 죽은 후 심장사상충 성충이 이동한 것인지 초음파 검사자의 숙련성 때문인지 더 많은 관찰이 필요하다고 하였다. Hagio *et al*³⁶은 Pipers와 같은 실험을 한 뒤 심장사상충 성충의 초음파 검사 결과와 부검 후 성충 발견 부위가 서로 일치하지 않는 것을 확인하였으며, 계속된 실험을 통해 심장사상충 성충은 숙주가 죽은 후 기생하던 폐동맥에서 우심실, 우심방 및 대정맥으로 이동한다고 결론하였다. 하지만 Badertscher *et al*²²의 연구에서는 초음파 검사를 한 결과 성충의 주요 관찰 부위는 우심실이라고 하였으며, 부검시 성충의 주요 발견 부위는 폐동맥이었다고 보고하였다. 본 연구에서도 심장사상충 성충의 초음파 검사 결과와 부검 후 성충의 발견 부위가 일치하지 않았으며 대부분의 성충이 부검시 우심실에서 관찰되어 Hagio 등³⁶에 의한 연구와 일치된 결과를 보였으며, 심장사상충 성충이 숙주가 살아있을 때는 초음파 검사로는 관찰할 수 없는 폐동맥 말단부위에서 주로 기생하고 있다가 숙주가 죽은 후 우심실로 이동하였다고 사료된다.

이 연구에서는 개심장사상충에 감염된 진도개에서 초음파 검사에 앞서 Modified Knott's test와 항원검사법을 이용하여 심장사상충의 감염을 확인하였으며 vital sign을 측정하였다. 감염된 진도개들은 심장사상충증에서 흔히 관찰되는 호흡곤란, 마른기침, 복수, 흉수, 허탈, 식욕 감퇴 등과 같은 임상증상은 나타나지 않았다. 또한 이 연구에 사용된 대부분의 진도개들은 부검결과 적게는 9마리에서 많게는 166마리의 심장사상충 성충에 중감염되어 있었음에도 생존시 체온, 심박수 및 호흡수를 정상 진도개와 운동 전, 후로 나누어 비교 관찰하여 보았지만 병적인 이상은 관찰할 수 없었다. 특히 166마리와 104마리의 성충에 감염된 2마리의 진도개에서는 많은 수의 성충에 감염되어 있었음에도 불구하고 흔히 나타나는 무기력, 호흡곤란 및 운동거부과 같은 증세를 찾아볼 수 없었으며 5 km/hr에서 30분간 실시한 주행시험에서도 비감염 대조군과 비교하였을 때 이상을 관찰할 수 없었다. 이는 감염된 심장사상충 성충의 수와 임상증상과는 항상 비례하지 않다는 것을 시사한다.

성충의 수와 혈액 내 필라리아자충의 출현율을 비교했을 때 대체적으로 성충의 수가 많을수록 필라리아자충의 출현율이 높은 것을 볼 수 있었다. 그러나 성충은 존재하지만 필라리아자충이 혈액 내에 존재하지 않은 경우도 있었으며 다수의 성충에 비해 필라리아자충의 출현율이 비례적으로 높게 나타나지 않은 경우도 있었다. 필라리아자충의 출현율은 심장사상충의 암컷의 수에 따라 많이 결정된다고 생각할 수 있으나 필라리아자충의 출현율은 성충의 수에 의해 결정되기보다는 계절,

채혈시간 등 다른 여러 요인에 결정되어 진다는 보고가 있다³³. Modified Knott's test에 의한 검사에서는 3마리의 진도개에서 음성이 나온 반면 항원검사에서는 12마리 모두 양성으로 확인이 되었다.

본 연구에서 검사한 심장사상충 자연감염견의 일부의 혈액화학치를 검사한 결과 간기능과 관련한 효소들의 혈액내 농도가 대조군에 비해 증가하였으며, 이 등³⁰에 의해 보고된 정상진도개의 혈액화학치와 비교하였을 때 전반적으로 높게 나타났다. 그러나 Duncan과 Prasse⁴¹에 의해 보고된 개의 일반적인 혈액화학치와 비교하였을 경우엔 ALP 수치만이 상승된 것으로 나타났다. 이와 같은 결과의 원인으로는 비록 임상적으로 관찰되지는 않았지만 심장사상충의 감염으로 인한 심장기능부전 및 간울혈의 영향을 배제할 수는 없다고 본다. 그러나 Rawlings⁴²는 자신의 병원에 내원한 심장사상충증 감염견의 10% 이내에서만 간효소의 혈액내 농도가 증가하였다고 보고한 것으로 미루어 보아 간기능과 관련한 혈액화학치의 증가는 진도견의 심장사상충증에서 항상 관찰되는 것은 아닐 것으로 여겨진다.

결론

이 연구는 심장사상충에 감염된 진도개에 대한 초음파의 진단적 가치를 확립하기 위해 실시하였으며, 개심장사상충에 자연 감염된 진도개 12마리와 비감염 대조군 5마리에 대한 심장초음파, 말초혈액내 필라리아자충의 출현율, 운동 전후의 임상증세의 변화, 혈액화학치의 변화 등을 비교하여 아래와 같은 결과를 얻었다.

항원검사법으로 심장사상충의 감염을 확인한 진도개 중 혈액내 자충의 존재를 확인하여 진단하는 Modified Knott's test에 의해서는 9마리에서 감염이 확인되었으나 초음파진단법으로는 단지 4마리에서만 폐동맥 기시부에서 성충의 존재를 확인할 수 있었고, 이 중 2마리에서는 우심실에서 성충이 발견되었다. 감염견들에서 검출된 심장사상충 성충은 부검을 실시한 12마리의 진도견에서 모두 547마리가 검출되었으며, 개체별로 적게는 9마리에서 많게는 166마리로서 다양한 정도의 감염률을 나타냈고, 평균 감염률은 45.6마리였다. 이 중 초음파 진단법에서 양성반응을 보인 경우는 성충 보유율이 가장 높은 개들로서 부검시 48, 74, 104 및 166(평균 98.0)마리의 성충이 검출되었다. 초음파에서 성충이 확인되지 않은 개들로부터는 9-39(평균 19.4)마리의 성충이 검출되었다. 부검시 검출된 성충들은 대부분 우심실(438마리, 80.0%)에서 발견되었으며, 폐동맥(96마리, 17.6%), 그리고 후대정맥(13마리, 2.4%)에서도 관찰되었다. 이러한 부검 결과는 초음파 검사에 의해 대다수 감염견들의 우심

실에서 성충이 발견되지 않은 사실과는 매우 다른 것으로서, 감염견이 생존한 상태에서는 우심실의 박동압에 의해 성충들이 초음파 진단으로는 관찰할 수 없는 폐동맥 말단부위에 밀려 위치하고 있던 것으로 인정되었으며, 성충들은 심장박동이 멈춘 직후 보다 공간이 넓은 우심실쪽으로 이동한 것으로 추정되었다. 말초혈액내 필라리아자충의 수를 오전 9시, 오후 3시 및 밤 10시에 각각 9회씩 측정한 결과 밤 10시에 채혈한 혈액에서 일관성있게 가장 많은 수가 검출되었으나, 감염된 성충의 수와는 비례관계를 보이지는 않았다. 또한 감염견들을 5 km/hr의 속도로 30분간 운동시킨 뒤 임상증세를 관찰하였으나 부검시 검출된 성충의 수와 생존시 관찰된 임상증세의 상관관계는 인정되지 않았으며, 간기능 검사 및 신장기능검사 결과 역시 감염된 성충의 수와는 무관하였다.

참고 문헌

1. Knight DH. Heartworm disease. In: Morgan RV, ed. *Small Animal Practice*. 2nd ed, Churchill Livingstone Inc, 137-14, 1992.
2. Rawlings CA, Calvert CA. Heartworm disease. In: *Textbook of Veterinary Internal Medicine*, 4th ed, WB Saunders Co, Philadelphia, 1046-1068, 1995.
3. Thrall DE, Losonsky JM. A method for evaluating canine pulmonary circulatory dynamics from survey radiographs. *J Am Anim Hosp Assoc*, 12:457-462, 1976.
4. 이정치, 이채용, 신성식 등. 국내 독일세퍼드 종의 개 심장사상충 감염실태. *기생충학잡지*, 34:225-231, 1996.
5. Jackson RF, Seimour WG, Growney PJ. Surgical treatment of the caval syndrome of canine heartworm disease. *J Am Vet Med Assoc*, 171:1065-1069, 1977.
6. Yoshimura EK, Wescott RS. Canine heartworm Disease : A Zoonosis of Concern. Special focus. *Parasitology*, 11:575, 1987.
7. Hatsushika R, Okino T, Shimizu M, et al. The prevalence of dog heartworm (*Dirofilaria immitis*) infection in stray dogs in Okayama, Japan. *Kawasaki Med J*, 18:75-83, 1992.
8. Rawlings CA, Lewis RE, McCall JW. Development and resolution of pulmonary arteriographic lesions in heartworm disease. *J Am Anim Hosp Assoc*, 16:17-21, 1980.
9. Bruner CJ, Hendrix CM, Blagburn BL, et al. Comparison of serologic tests for detection of antigen in canine heartworm infections. *J Am Vet Med Assoc*, 92:1423-1427, 1988.
10. Courtney CH, Zeng QY, Bean ES. Predicting heartworm burdens with the Diro-CHEK heartworm antigen test kit. *J Am Anim Hosp Assoc*, 25:643-646, 1989.
11. Wong MM, Suter PF, Rhode EA, et al. *Dirofilaria immitis* without circulating microfilariae: a problem in diagnosis. *J Am Vet Med Assoc*, 163:133-139, 1973.
12. 이정길. 한국 진도견에 있어서의 견사상충 감염에 관한 연구. 전남대학교 논문집, 17:373-381, 1971.
13. Grieve RB, Glickman LT, Bater AK, et al. Canine *Dirofilaria immitis* infection in a hyperenzootic area: Examination by parasitologic finding at necropsy and by two serodiagnostic methods. *Am J Vet Res*, 47:329-332, 1986.
14. Recommended procedures for the diagnosis and management of heartworm (*Dirofilaria immitis*) infection. In: Soll MD, ed. *Proceedings of the Heartworm Symposium 92*. Batavia, IL: American heartworm Society, 289-294, 1992.
15. Courtney CH. Guidelines for the use of parasitologic and serologic screening for heartworm infection. In: Soll MD, ed. *Proceedings of the Heartworm Symposium 92*. Batavia, IL:1-4, 1992.
16. McTier TL. A guide to selecting adult heartworm antigen test kits. *Veterinary Medicine*, 528-544, 1994.
17. McTier TL, McCall JW, Supakorndej N. Features of adult heartworm antigen test kits. In: Soll MD and Knight DH, *Proceedings of the Heartworm Symposium 95*, 115-120, American Heartworm Society, 1995.
18. Smith RE, Malone JB. Evaluation of latex antigen-based *Dirofilaria immitis* detection test. *J Am Anim Hosp Assoc*, 25:138-142, 1989.
19. 김상기. 개 심장사상충증의 방사선학적 진단. *한국 임상수의학회지*, 12:265-275, 1995.
20. Calver CA, Losonsky JM, Brown J, et al. Comparison of radiographic and electrocardiographic abnormalities in canine heartworm disease. *Vet Radiol*, 27:2-7, 1986.
21. Goggin JM, Biller DS, Rost CM, et al. Ultrasonographic identification of *Dirofilaria immitis* in the aorta and liver of a dog. *J Am Vet Med Assoc*, 210:1635-7, 1997.
22. Badertscher RR II, Losonsky JM, Paul AJ, et al. Two-dimensional echocardiography for diagnosis of dirofilariasis in nine dogs. *J Am Vet Med Assoc*, 193:843-846, 1988.
23. 박용복, 이희석. 진주지방 축견의 견사상충 조사. *진주농대 연구 보고*, 1:34-58, 1962.
24. 이상목, 최석하, 이현하 등. 국내 사육견의 심장사상충 실태조사. *대한수의사회지*, 28:344-347, 1992.
25. 이재구. 아세톤 집중법에 의한 진주지방 축견의 견사상충 감염률 조사. *대한수의사회지*, 6:42-44, 1966.
26. 이재구, 임병무. 한국산 축견의 선충류 감염률 조사. *전북대학교 논문집*, 12:7-38, 1970.
27. 이정길, 김경태. 진도견의 모색. *대한수의사회지*, 33:763-772, 1993.
28. 이정길, 유갑현. 진도견-우리나라의 고유견. *대한수의사회지*, 28:405-408, 1988.
29. 이정길, 이채용, 김자숙 등. 진도견의 혈액상. *대한수의사회지*, 29:433-436, 1989.
30. 이정길, 최한선, 박영준 등. 진도견의 혈액화학치. *대한수의사회지*, 32:153-156, 1992.
31. 이희석. 대구 지역 개의 견사상충의 감염 실태. *대한*

- 수의사회지, 29:25-27, 1993.
32. 조영웅, 한홍을, 장두환. 진도견의 기생충감염 실태조사. 대한수의사회지, 21:10, 1981.
 33. Wong MM, Thomford JW. Serodiagnosis of prepatent dirofilariasis: problem and significance. *J Am Anim Hosp Assoc*, 27:33-38, 1991.
 34. Thomas WP, Gaber CE, Jacobs GJ, et al. Recommendations for standards in transthoracic two-dimensional echocardiography in the dog and cat. *Vet Radiol Ultrasound* 35:173-178, 1994.
 35. Mitsuyoshi Hagio, Hiromitsu Ohtsuka, Hiroyuki Ogaha. Diagnosis of canine heartworm disease by two-dimensional echocardiography. *J Jpn Vet Med Assoc*, 37:497-501, 1984.
 36. Mitsuyoshi Hagio, Kenda Tanaka, Shigeyuki Hukumaki et al. Two-dimensional echocardiography for detection of *Dirofilaria immitis* in the right heart and adjacent vessels of dogs. *J Jpn Vet Med Assoc*, 39:74-80, 1986.
 37. Pipers FS. *Proceedings of the Heartworm Symposium '83*, Otto GF, ed., 34-38, Vet med Publishing Co, Kansas, American Heartworm Society, 1983.
 38. Peter AT. Real-time ultrasonography of the small animal reproductive organs. *Cont Education* 14:739-746, 1992.
 39. Sounders HM, Pugh CR, Rhodes WH. Expanding applications of abdominal ultrasonography. *J Am Anim Hosp Assoc*, 28:369-374, 1992.
 40. Griffiths HJ, Schlotthauer JC. Laboratory diagnosis of *Dirofilaria immitis* and *Dipetalonema* sp. in the peripheral blood of the dog in the United States. *Veterinary Medicine*, 264-267, 1964.
 41. Duncan JR, Prasse, KW. *Veterinary Laboratory Medicine - Clinical Pathology*, 2nd ed, Iowa State University Press, Ames, Iowa:232-233, 1986.
 42. Rawlings CA. *Heartworm Disease in Dogs and Cats*. W. B. Saunders Company, Philadelphia:96-97, 1986.