

진돗개에서 심장초음파 측정치의 평가와 임상적 응용

III. 심장사상충의 진단

박인철¹ · 강병규 · 손창호*
전남대학교 수의과대학, *호르몬연구센터

Echocardiographic Assessment and Clinical Application of Cardiac Disease in Korea Jin-do Dog

III. Detection of Heartworm

In-chul Park¹, Byong-kyu Kang and Chang-ho Son*
College of Veterinary Medicine, *Hormone Research Center, Chonnam National University

ABSTRACT: Echocardiography was performed to obtain the optimal planes for diagnosis of canine heartworm disease in 11 dogs. Imaging planes were taken the left ventricular outflow tract long-axis view, 4-chamber long-axis view, chordae tendineae level short-axis view and modified pulmonary arteries level short-axis view in the right parasternal window, and apical 4-chamber long-axis view in the left parasternal window. After echocardiography, the pulmonary artery valve part was ligated with doubled 1-0 silk under the general anesthesia to prevent heartworm moving from pulmonary artery to right ventricle. The dogs were euthanized and examined for heartworms in heart and great vessels. Many adult heartworms were identified ultrasonographically within main pulmonary artery, bifurcation of pulmonary artery and right pulmonary artery, but not identified within right ventricle and atrium. At necropsy, adult heartworms were mainly found in pulmonary artery in 11 dogs, and also found in right ventricular outflow tract and right ventricle in 2 of 11 dogs. The modified pulmonary arteries level short-axis view was the best imaging plane for identifying heartworms because the main pulmonary artery, branches of pulmonary artery and right pulmonary artery could be showed. The aortic root internal dimension (AOID) and right pulmonary artery internal dimension (RPAID) were measured from the modified pulmonary arteries level short-axis view and left ventricular outflow tract long-axis view. The RPAID and RPAID/AOID was higher in heartworm infected dogs than normal Korea Jin-do dogs in modified pulmonary arteries level short-axis view, and the AOID, RPAID and RPAID/AOID was higher than in left ventricular outflow tract long-axis view, respectively. These results indicate that the pulmonary arteries were the major habitat of adult heartworm in canine heartworm disease and the modified pulmonary arteries level short-axis view was the best imaging planes for identifying heartworms because the main pulmonary arteries could be showed. Therefore the modified pulmonary arteries level short-axis view can be used for diagnosing heartworm disease and for monitoring dilation of pulmonary artery.

Key words: Echocardiography, heartworm, pulmonary artery, dog

서 론

심장사상충(*Dirofilaria immitis*)의 성충은 주로 폐동

맥, 우심실 또는 우심방 등에 기생하면서 숙주동물의 심장혈류와 관막기능을 물리적으로 방해하고 폐동맥 비대와 우심방과 우심실을 확장시킬 뿐만 아니라 폐동맥 내에 용모성 동맥내막염(villus endarteritis)을 유발시킨다^{4,15}. 또한 성충에 의한 혈류장애는 간장, 신장 등 여러 기관의 기능장애를 유발시켜 감염의 정도와 경과 그리고 숙주의 반응에 따라 정도의 차이는

본 연구는 한국과학재단의 호르몬연구센터 연구비(과제번호: 1998G0301) 지원에 의하여 수행되었음.

¹Corresponding author.

있으나 숙주에게 치명적인 영향을 미치는 것으로 알려졌다.^{7,9,13,14,17}

심장사상충을 진단하는 방법으로는 혈액 직접도말법이나 Modified knott's test를 통한 자충의 직접검사법^{4,8,15}, ELISA를 이용한 성충항원검사법^{21,30,37} 등이 이용되고 있으나 이 방법들은 심장사상충의 감염여부만을 진단하는 단점이 있다. 적용이 간편하고 신속함 때문에 널리 이용되고 있는 방사선진단법^{5,10,16,25,26,31}은 심장사상충의 감염에 따른 심장과 폐동맥 그리고 폐실질의 변화상을 바탕으로 하여 진단하기 때문에 단독적으로 심장사상충의 감염자체를 진단하는데는 어려움이 있어 다른 검사법과 병행이 필요하다. 심혈관조형술^{14,22}을 이용한 검사법은 조영제 투여의 번거로움과 비용의 부담이 있다. 이와 같이 심장사상충의 진단에 이용되는 검사법들은 서로 각각의 장단점을 가지고 있다.²⁷

한편 1980년 후반부터 수의 임상에 이용되어 온 심장초음파를 이용한 검사법은 충체의 음영을 직접 눈으로 확인이 가능하여 성충의 감염정도를 진단할 수 있는 장점이 있다.^{7,20,27,29} 또한 충체의 감염에 따른 심장의 형태적, 기능적인 변화의 실시간적 관찰이 가능하여 진단 및 치료와 예후진단에 검사결과를 즉시 이용할 수 있다는 장점 때문에 심장사상충의 진단 및 연구에 널리 이용되고 있다.^{1,6,15,20}

초음파를 이용한 심장사상충의 진단은 대부분 4장장축단면, 좌심실유출로장축단면, 심점4장단면 또는 이 단면들의 변형단면 등에서 우심실과 우심방에 기생하는 충체의 음영이 진단되기도 하지만^{7,6,20,29} 폐동맥과 우심실유출로가 영상화되어지는 단축단면에서 충체의 음영이 진단되기도 한다.^{12,30} 심장사상충의 기생부위에 대하여는 Goggin 등⁷은 다수의 심장사상충이 감염된 예에서 심장초음파검사 결과, 충체의 기생부위는 우심방, 우심실 및 폐동맥이라고 하였다. 또한 심장사상충의 기생부위는 감염된 충체의 수가 증가함에 따라 폐동맥, 우심계 그리고 대정맥 등으로 그 분포영역이 넓어져 간다는 이론이 정설로서 받아들여지고 있다.^{3,15,17} 그러나 萩尾²⁹는 심장사상충의 기생부위를 확인하고자 초음파검사 및 사후 부검을 실시한 결과, 숙주가 살아 있을 때는 주로 폐동맥에서 충체가 관찰되었지만, 사후 혈액이 응고되기 전까지 지속적으로 실시한 초음파검사에서도 충체가 폐동맥에서 우심실 내로 이동하는 것을 관찰하여 숙주가 살아 있을 때 주된 기생부위가 폐동맥이라 보고함으로써 심장사상충의 기생부위에 대한 이견을 제시하였다. 이와 같이 숙주가 살아 있을 때와 사후 부검소견에 따른 심

장사상충의 주 기생부위에 대해서는 이견을 보이고 있다. 따라서 숙주의 생존시 심장사상충의 주 기생부위와 감염충체수에 따른 충체의 기생부위에 대한 검토가 필요한 실정이다.

또한 심장사상충 감염증의 특징적인 변화인 폐동맥의 확장소견은 방사선편영을 통한 진단에서 그 지침이 마련되어 있으나^{11,18} 심장초음파검사에서는 진단을 위한 단면과 확장을 진단하기 위한 지침은 아직까지 마련되어 있지 않는 실정이다

따라서 본 연구는 심장사상충에 자연 감염된 개를 대상으로 1) 심장초음파검사법을 이용하여 감염여부와 감염정도를 진단할 때 진단의 정확도를 가장 높일 수 있는 단면을 선정하여 각 단면에서의 심장과 주위 혈관계의 초음파검사 소견을 관찰하였고, 2) 우폐동맥 내경/대동맥기부내경을 측정하여 정상치와 비교하였으며, 그리고 3) 숙주 생존시의 심장초음파검사 결과와 전신마취하에서 심장이 활발하게 운동중일 때 폐동맥 판구부를 결찰하여 숙주의 사망 또는 빈사기에 충체의 이동을 차단시킨 후 부검소견을 비교·검토하여 숙주의 생존시 충체의 주 기생부위에 대하여 확인하였다

재료 및 방법

대상동물

충청남도 아산군 일원의 농가 및 양축가에서 사육하는 개를 대상으로 말초혈액의 직접 도말에 의한 심장사상충자충(*Microfilaria*) 검사와 성충항원검사서 양성반응을 보인 11두(진돗개: 5두, 잡종견: 6두, 체중: 12.3~20 Kg, 우: 10, ♂: 1)를 대상으로 하였다. 검사견 11두 모두 심장사상충증 중감염의 특징적인 임상소견인 기침, 복수, 호흡곤란, 복수, 황달 등의 증상은 관찰할 수 없었다.

심장사상충자충검사(Modified knott's test)

일반검사 방법에 준하여 요골쪽파부정맥(cephalic vein)에서 채취한 혈액 1 ml에 2% formalin 용액 9 ml를 넣고 잘 혼합하여 적혈구를 충분히 용혈시킨 뒤, 2000 rpm에서 5분간 원심분리한 후 상층액을 제거하였다. 남아 있는 침전물 100 μ l에 new methylene blue 용액(1.1,000) 100 μ l를 첨가하여 잘 혼합한 다음 현미경으로 자충을 검사하였다.

성충항원검사법(Canine heartworm antigen test)

심장사상충의 특이항원은 단클론 항체를 이용한 심

장사상충진단 Kit(Canine Heartworm ELISA Test Kit, IDEXX, 미국)로 검사하였다.

초음파검사

초음파 진단장치(SONOACE 4800 HD, Medison Co, Korea)에 부착된 5.0 MHz mechanical sector transducer를 이용하였다. 검사동물은 좌·우측 흉골 주위를 전모한 후, 무마취상태에서 Schiller 등¹⁹과 Thomas²⁴에 의해 사용되었던 검사대를 개량한 초음파 검사대 위에 우횡좌위 또는 좌횡좌위로 보정한 후 Thomas 등²³의 방법에 따라 검사하였다. 즉 우측흉골 방영상창(right parasternal window)에서는 우측 4~6능 간에 탐촉자를 위치시킨 후 ① 좌심실유출로장축단면(left ventricular outflow tract long-axis view), ② 4강 장축단면(4-chamber long-axis view), ③ 건삭수준단축 단면(chordae tendineae level short-axis view) 등 3단면을, 그리고 ④ 폐동맥수준단축단면(pulmonary arteries level short-axis view)을 응용한 단면으로 우심실유출로와 폐동맥이 함께 영상화되는 변형폐동맥수준단축 단면(modified pulmonary arteries level short-axis view)에서 검사하였다. 또한 좌측흉골방영상창(left parasternal window)에서는 좌측 5~7능간에서 심첨4강 단면(apical 4-chamber view)을 검사하여 심장사상충의 존재유무를 관찰하였으며 동시에 video tape에 녹화하여 필요에 따라서는 재검토하였다.

단면별 초음파검사

각 단면별 초음파검사의 영상조건은 다음과 같이 일정하게 하였다.

좌심실유출로장축단면(Fig 1; A): 좌심실, 좌심방, 승모판 전·후첨, 심실중격 및 심방중격이 명료하게 나타날 때, 그리고 우심실, 우심방, 삼첨판이 보이며, 우폐동맥이 횡단되어 둥글게 잘린 상이 나타날 때.

4강장축단면(Fig 1; B): 좌심실, 좌심방, 승모판 전·후첨, 심실중격 및 심방중격이 명료하게 나타날 때, 그리고 우심실, 우심방, 삼첨판이 보이며 우폐동맥이 횡단되어 둥글게 잘린 상이 나타날 때.

건삭수준단축단면(Fig 1; C): 좌심실이 둥근 원을 이루고 있으며 전·후유두근에 연결된 건삭의 단면이 명료하게 묘출될 때.

변형폐동맥수준단축단면(Fig 1; D): 대동맥기부가 가능한 한 둥글게 보이고, 우심실유출로 및 폐동맥관 및 주폐동맥, 폐동맥분지부가 동시에 명료하게 보이며, 가능한 한 우폐동맥이 길게 나타나 보일 때.

심첨4강단면(Fig 1; E): 좌심실, 좌심방, 우심실, 우

심방, 심방중격, 심실중격과 승모판의 전·후첨 및 삼첨판의 전·중격첨이 기능한 명료하게 영상화되어지면서 좌심실·좌심방·우심실·우심방의 면적이 최대로 묘출되어질 때.

좌심실구조물 및 수축기능평가

좌심실구조물 및 수축기능의 평가는 개와 고양이의 심장초음파를 위한 추천단면^{23,24}중 심장초음파측정에 주로 이용하는 건삭수준단축단면을 이용하였다. 건삭수준단축단면의 적정 단면상(B-mode)을 guide line으로 활용하여 미국심장초음파협회 M-mode 표준화위원회²³의 기준에 따라 측정하였다. 측정 항목은 확장기 좌심실내경(left ventricular internal dimension at end-diastole, LVIDd), 수축기좌심실내경(left ventricular internal dimension at end-systole, LVIDs), 확장기심실중격두께(interventricular septum thickness at end-diastole, IVSd), 수축기심실중격두께(interventricular septum thickness at end-systole, IVSs), 확장기좌심실벽두께(left ventricular wall thickness at end-diastole, LVWd), 수축기좌심실벽두께(left ventricular wall thickness at end-systole, LVWs), 좌심실내경단축률(Fractional shortening, FS) 및 좌심실구출률(Ejection fraction, EF)을 측정하였다.

우폐동맥내경과 대동맥기부내경의 측정

변형폐동맥수준단축단면(B-mode)을 이용한 우폐동맥내경(right pulmonary artery internal dimension; RPAID) 및 대동맥기부내경(aortic root internal dimension, AOID)의 측정(Fig 1, F), 좌심실유출로장축단면(M-mode)을 이용한 대동맥기부내경측정(Fig 2; A), 변형폐동맥수준단축단면(M-mode)을 이용한 우폐동맥내경의 측정(Fig 2; B)치를 정상 건강견의 측정치와 비교하였다.

숙주의 생존시 사상충 기생부위 확인을 위한 폐동맥결찰술과 심장적출

11두의 실험견을 대상으로 숙주가 살아 있을 때와 비슷한 상태에서의 총체 분포를 알아보고자 다음과 같이 폐동맥관구부를 결찰한 후 심장과 폐를 적출하였다. 초음파검사 2~5시간 후에 Atropine sulfate(0.05 mg/Kg)와 Xylazine(2.3 mg/Kg)으로 전마취를 그리고 Thiopental sodium(12 mg/Kg)으로 진신 마취한 후, 좌측 제 4~5능간부를 절개하여 개흉하였다. 심낭을 절개하고 우심실유출로와 폐동맥관구부를 확인한 후 동맥관개존종의 수술적 접근법을 응용하여 폐동맥관구

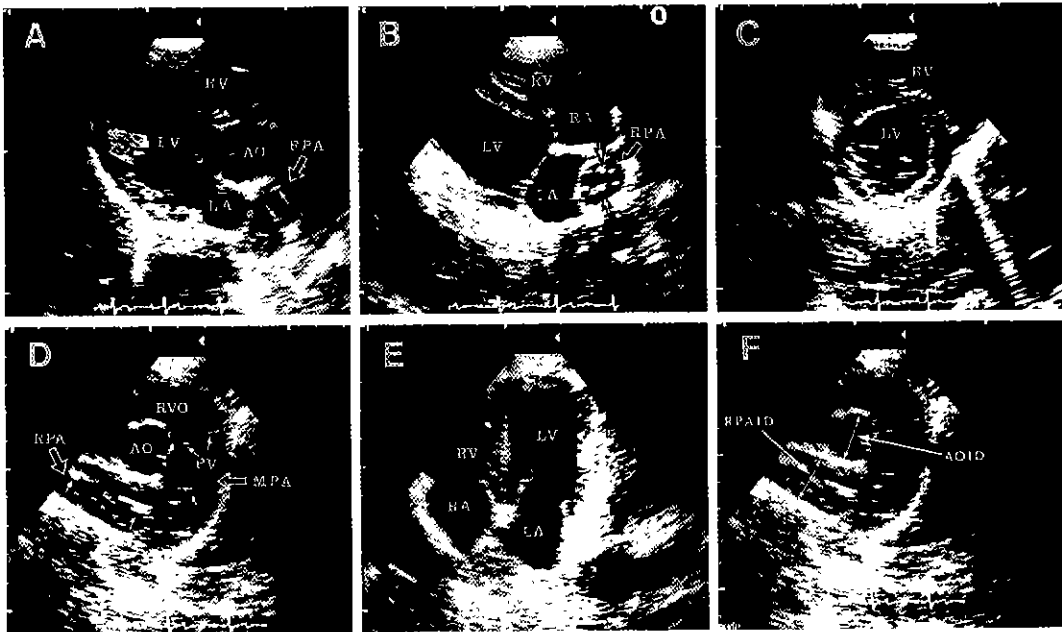


Fig 1. B-mode images from right parasternal window (A, B, C, D) and left parasternal window (E) in heartworm infected dog. A: Left ventricular outflow tract long-axis view. Heartworms were imaged as echogenic line objects (small white arrows) within the round shaped right pulmonary artery (white hollow arrow). B: 4-chamber long-axis view. Multiple linear hyperechoic objects represent heartworms (small arrows) within the right pulmonary artery (white hollow arrow). C: Chordae tendineae level short-axis view. Heartworm was not detected in the right ventricle. D and F: Modified pulmonary arteries level short-axis view. The multiple echogenic structures (small white arrows) within the pulmonary artery represent adult heartworms. Main pulmonary artery and right pulmonary artery were dilated. E: Apical 4-chamber view. Heartworm was not found in this view. AO=Aorta, LA=Left atrium, LV= Left ventricle, MPA=Main pulmonary artery, RA=Right atrium. RPA=Right pulmonary artery, RV=Right ventricle.

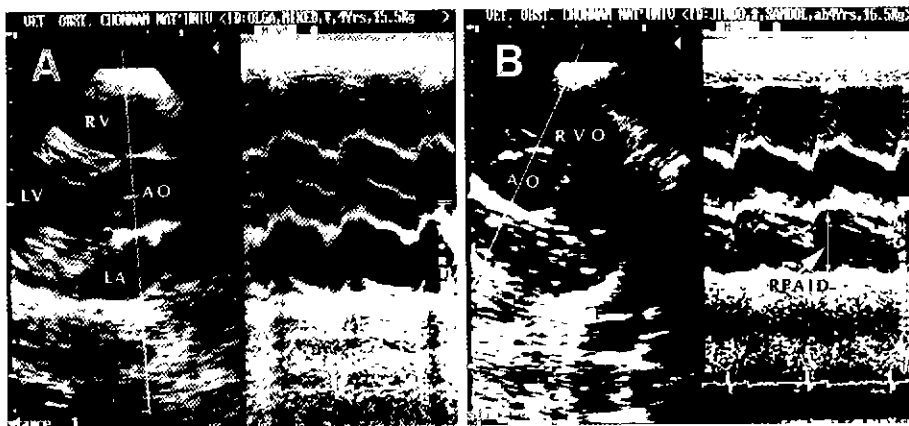


Fig 2. B- and M-mode images from heartworm infected dog. A: Left ventricular outflow tract view. B: Modified pulmonary arteries level short-axis view. Multiple echogenic structures within the pulmonary arteries represent adult heartworms. AO=Aorta, AOID=Aortic root internal dimension, LA=Left atrium, LV=Left ventricle, RPAID=Right pulmonary artery internal dimension, RVO=Right ventricle outflow tract.

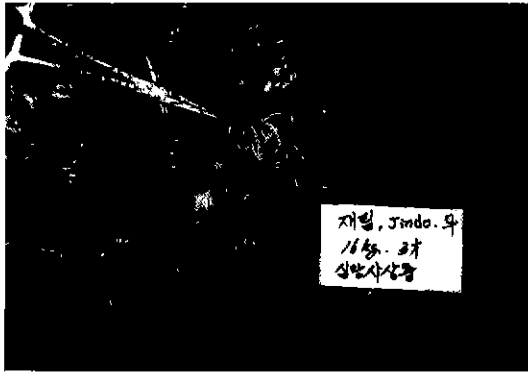


Fig 3. The ligation of pulmonary artery valve part with doubled surgical silk (1-0) under the general anesthesia (white hollow arrow). Left 4-5 intercostal space was used for operation.

부와 상행대동맥 사이의 결합조직을 curved haemostatic forceps으로 둔성분리하였다. 두겹의 수술용 견사(1-0)를 분리된 사이로 통과시킨 후 심장이 활발하게 움직이고 있을 때 폐동맥판구부를 신속하게 결찰하였다(Fig 3). 실험견을 안락사 시킨 후 후대정맥, 전대정맥, 하행대동맥 순서로 결찰하고 폐와 함께 심장을 적출하였다. 적출한 심장과 폐동맥은 우심실, 우심방, 전대정맥, 후대정맥, 폐동맥 순서로 절개하여 심장과 주위혈관계에서 심장사상충의 수를 총체가 발견된 부위로 나누어 조사하였다.

결 과

심장사상충자충검사 및 심충항원검사 소견

검사두수 11두중 심장사상충자충검사에서는 5두에서 자충이 발견되었으며, 심충항원검사에서는 11두 모두 양성 결과를 나타내었다. 자충이 발견되지 않았던 6두는 자충이 발견되었던 5두와 동일한 사육환경에서 사육되었지만 검사 수일 전에 종합구충제를 투여 받았던 개체들 이었다.

초음파검사 소견

단면별 초음파검사 소견

초음파검사 소견은 Table 1에서 보는 바와 같이 검사두수 11두 모두 주폐동맥 또는 우폐동맥에서 총체가 확인되었다. 하지만 우심방과 우심실 내에서는 5단면 모두에서 총체의 음영은 관찰되지 않았다.

단면별 초음파검사의 특징적인 소견은 다음과 같다. 우측흉골방영상창에서 얻은 좌심실유출로장축단면

을 이용한 검사에서 실험견 모두 우심실과 우심방 내에서는 총체의 음영을 확인할 수 없었다. 폐동맥과 우폐동맥내에서 11두 모두 총체의 음영이 관찰되었고 그리고 총체의 음영이 많이 관찰된 예에서는 우폐동맥의 횡단축직경이 확장되어 보였다. Fig 1의 A는 실험견 8번에서 얻은 우측흉골방영상창의 좌심실유출로장축단면으로 우심방과 우심실 내에서는 총체의 음영은 발견되지 않았지만 확장된 우폐동맥내에서는 총체의 음영이 hyperechoic하게 관찰되었다.

우측흉골방영상창에서 얻은 4강장축단면을 이용한 검사에서 실험견 11두 모두 우심방과 우심실 내에서 총체의 음영은 발견되지 않았으나, 우폐동맥내에서는 실험견 전체에서 관찰되었다. 또한 총체의 음영이 많이 보인 예에서는 우폐동맥의 횡단축직경이 확장되어 보였다. Fig 1의 B는 실험견 3의 우측흉골방영상창에서 얻은 4강장축단면으로 우심실과 우심방 내에서 총체의 음영은 관찰되지 않았으나 우폐동맥은 확장상을 나타내면서 비교적 다수의 총체 음영이 지속적으로 관찰되었다.

우측흉골방영상창에서 얻은 건삭수준단축단면을 이용한 검사에서는 유두근수준단축단면과 승모판수준단축단면을 포함시켜 검사하였으나 우심실 내에서는 총체의 음영은 전혀 관찰되지 않았다. Fig 1의 C는 실험견 1번에서 얻은 건삭수준단축단면으로 총체의 음영은 우심실내에 관찰되지 않았다.

우측흉골방영상창에서 얻은 변형폐동맥수준단축단면을 이용한 검사에서는 실험견 모두 총체의 음영이 주폐동맥, 폐동맥분지부 또는 우폐동맥에서 관찰되었고, 폐동맥에 가까운 우심실유출로에서는 전혀 관찰되지 않았다. 실험견 5, 6, 9에서는 총체의 음영이 우폐동맥내에서만 주로 관찰되었고 주폐동맥에서는 거의 관찰되지 않았다. Fig 1의 D는 실험견 3번에서 얻은 단면으로 주폐동맥, 폐동맥분지부 및 우폐동맥내에서 다수의 총체 음영이 발견되었으며 폐동맥과 우폐동맥은 확장상을 띄었다.

좌측흉골방영상창에서 얻은 심침4강단면을 이용한 검사결과, 실험견 11두 모두에서 우심계 내에서 총체의 음영은 발견되지 않았다. Fig 1의 E는 실험견 3번에서 얻은 단면으로 우심방과 우심실 내에서 총체의 음영이라고 판단되는 음영은 관찰되지 않았다.

좌심실구조물 및 수축기능의 평가

심장사상충에 감염된 11두의 좌심실구조물은 Table 2에서 보는 바와 같이 확장기좌심실내경은 31.3 ± 3.1 mm, 수축기좌심실내경은 20.5 ± 1.6 mm 이었으며 실

Table 1. The location of the heartworm in echocardiography and necropsy findings after ligation of the pulmonic valve part (PVP) under the general anesthesia in naturally infected 11 dogs

Dog No.	Breed	Sex	Age (yrs)	Weight (Kg)	No. of heartworms						
					Echocardiography*			Necropsy findings after PVP ligation			
					RA	RV	PA	RA	RV	PA	Total
1	Mixed	F	4.0	14.0	-	-	3+**	-	4	60	64
2	Jun-do	F	3.0	15.0	-	-	3+	-	1	77	78
3	Jun-do	M	3.0	16.5	-	-	3+	-	-	57	57
4	Mixed	F	4.0	20.0	-	-	3+	-	-	156	156
5	Mixed	F	3.5	20.0	-	-	1+	-	-	30	30
6	Jun-do	F	3.0	16.0	-	-	3+	-	-	22	22
7	Mixed	F	6.0	15.3	-	-	2+	-	-	110	110
8	Mixed	F	4.0	15.5	-	-	3+	-	-	112	112
9	Mixed	F	4.0	17.0	-	-	1+, 2+	-	-	56	56
10	Jun-do	F	1.5	12.3	-	-	1+	-	-	31	31
11	Jun-do	F	3.0	16.0	-	-	2+	-	-	59	59

*RA=Right atrium, RV=Right ventricle, PA=Pulmonary artery.

**1+=heartworm echo rarely seen, 2+=mild enlargement of pulmonary artery and few heartworm echoes, 3+=severe enlargement of pulmonary artery and multiple heartworm echoes.

협전 11두중 진돗개 5두에서 더 작게 측정되었다. 확장기 및 수축기 심실중격의 두께는 각각 8.6 ± 1.4 mm, 11.4 ± 1.4 mm 이었으며 확장기 및 수축기 좌심실벽의 두께는 각각 7.5 ± 0.8 mm와 11.4 ± 1.6 mm 이었다. 동일체중의 진돗개 성견과 비교하였을 때 확장기좌심실

내경이 약간 좁게 나타났으며, 좌심실벽은 더 두껍게 측정되었다.

우폐동맥내경 및 대동맥기부내경의 측정

심장사상충감염견 11두로부터 B-mode에서 측정한 대동맥기부내경과 우폐동맥내경, 그리고 M-mode에서 측정한 대동맥기부내경과 우폐동맥내경은 Table 3과 같다.

B-mode에서 대동맥기부내경과 우폐동맥내경의 비교: 실험견 11두의 평균 대동맥기부내경은 20.1 ± 1.8 mm 이었고, 동일 단면을 이용하여 측정한 우폐동맥내경은 14.7 ± 2.8 mm 이었다. 한편 우폐동맥내경/대동맥기부내경은 0.7 ± 0.1 mm 이었다. 실험견 11두중 진돗개 5두의 평균은 대동맥기부내경이 18.8 ± 1.0 mm 이었고, 우폐동맥내경은 15.4 ± 2.9 mm 이었으며 우폐동맥내경/대동맥기부내경은 0.8 ± 0.1 로 정상 진돗개의 우폐동맥내경/대동맥기부내경(0.5 ± 0.1 mm)보다 더 높은 비율 즉 우폐동맥의 확장상을 나타내었다(Fig 1; F).

M-mode에서 대동맥기부내경과 우폐동맥내경의 비교: 실험견 11두의 대동맥기부의 내경은 21.2 ± 1.8 mm 이었고 우폐동맥내경은 16.5 ± 3.3 mm 이었으며 우폐동맥내경/대동맥기부내경은 0.7 ± 0.1 mm 이었다. 실험견 11두중 진돗개 5두의 평균 대동맥기부내경이 19.5 ± 0.5 mm 이었고, 우폐동맥내경은 17.6 ± 2.9 mm

Table 2. Echocardiographic values of the heartworm infected 11 dogs at the chordae tendineae level short-axis view (mm)

Parameter*	Mean±SD	Range
LVIDd	31.3±3.1	27.6~37.9
LVIDs	20.5±1.6	17.5~22.7
IVSd	8.6±1.4	7.1~12.2
IVSs	11.4±1.4	9.6~14.9
LVWd	7.5±0.8	6.4~9.0
LVWs	11.4±1.6	9.5~13.8
FS(%)	36.3±3.0	30.3~40.3
EF(%)	67.4±3.8	59.7~72.3
HR	94.9±20.0	72.6~130.9

*LVIDd=Left ventricular internal dimension at end-diastole, LVIDs=Left ventricular internal dimension at end-systole, IVSd=Interventricular septum thickness at end-diastole, IVSs=Interventricular septum thickness at end-systole, LVWd=Left ventricular wall thickness at end-diastole, LVWs=Left ventricular wall thickness at end-systole, FS=Fractional shortening, EF=Ejection fraction, HR=Heart rate.

Table 3. Echocardiographic values of the pulmonary artery and aorta in normal 15 adult Korea Jin-do dogs and 11 heartworm infected dogs (mean \pm SD; mm)

Mode		Normal adult Korea Jin-do dogs (n=15)	Heartworm infected dogs (n=11)
B-mode	AOID*	18.7 \pm 1.3	20.1 \pm 1.8
	RPAID**	10.0 \pm 0.8	14.7 \pm 2.8
	RPAID/AOID	0.5 \pm 0.1	0.7 \pm 0.1
M-mode	AOID*	19.3 \pm 1.6	21.2 \pm 1.8
	RPAID**	10.7 \pm 1.3	16.5 \pm 3.3
	RPAID/AOID	0.5 \pm 0.1	0.7 \pm 0.1

*AOID=Aortic root internal dimension

**RPAID=Right pulmonary artery internal dimension

***Differences are significant between the normal Korea Jin-do dogs and heartworm infected dogs in the same low except AOID in B-mode ($p < 0.05$).

이었으며 우폐동맥내경/대동맥기부내경은 0.9 ± 0.1 mm로 정상 진돗개의 우폐동맥내경/대동맥기부내경(0.5 ± 0.1 mm)보다 더 높은 비율을 나타내었다.

정상 진돗개와 심장사상충에 감염된 개에서 우폐동맥내경과 대동맥기부내경의 비교

심장사상충에 감염이 안된 정상 진돗개 15두와 심장사상충에 감염된 11두를 대상으로 B-mode와 M-mode에서 측정된 우폐동맥내경과 대동맥기부내경의 크기는 Table 3과 같다. B-mode에서는 대동맥기부내경을 제외한 우폐동맥내경과 우폐동맥내경/대동맥기부내경, M-mode에서는 대동맥기부내경, 우폐동맥내경 그리고 우폐동맥내경/대동맥기부내경은 두 실험견 사이에서 유의성있는 차이를 보였다($p < 0.05$). 즉 심장사상충에 감염된 개에서 우폐동맥내경이 현저하게 확장되었다.

폐동맥 결찰 후 부검에 의한 심장사상충의 기생 부위 소견

전신마취하에서 폐동맥판구부를 결찰한 후 안락사시킨 다음 적출한 심장은 우심실, 우심방, 전대정맥, 후대정맥, 폐동맥 순으로 절개하면서 충체의 유무와 주위의 변화를 관찰하였고, 또한 주폐동맥과 좌·우 폐동맥을 절개하여 충체를 수집한 결과는 Table 1과 같다. 충체의 수가 적었던 실험견 5, 6, 10번은 폐동맥 내막면이 깨끗한 편이었지만, 충체가 많이 발견되었던 실험견 4, 7, 8번에서는 우심계와 폐동맥의 확장이 뚜렷하였으며, 각 폐동맥의 내막면은 작은 돌기가 무수히 많아 전형적인 혈관내벽의 변화를 보였다.

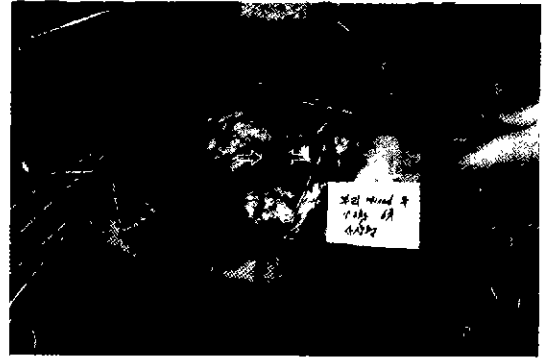


Fig 4. Necropsy findings after pulmonary artery valve part ligation under the general anesthesia. Large number of adult heartworm were found from the main pulmonary artery.

또한 주폐동맥의 내강은 충체로 가득 차 혈액의 흐름을 극도로 방해 할 수 있을 만큼 집적되어 있었고, 좌·우 후엽폐동맥 말단에는 죽어 변성된 충체들이 혈관을 막아 전색을 일으키고 있었다. 우심실에서 충체가 발견된 것은 실험견 1, 2번으로 실험견 1번에서는 우심실유출로 쪽에서 4마리가 발견되었으며 실험견 2번에서는 우심실쪽 삼첨판 근처에서 1마리가 발견되었다.

Fig 4는 실험견 6번의 사진으로 폐동맥판구부를 결찰한 부위를 경계로 하여 폐동맥 쪽에는 영킨 실 모양으로 많은 수의 충체가 집적되어 있었으나 우심실과 우심방에서는 충체를 찾아볼 수 없었다. 한편 실험견 11두중 11두 모두 폐동맥내에서 심장사상충이 발견되었고, 이 중 2두에서는 극히 적은 수이기는 하나 우심계에서도 각각 4마리, 1마리의 충체가 관찰되었다.

고 찰

개의 심장사상충증(Canine heartworm disease)은 모기에 의해 전염되는 질병^{1,15}으로서 우리나라를 포함한 온대, 아열대 및 열대지방 등 모기가 서식하는 지역에서 발병이 가능하여 현재 전세계적으로 발생하고 있는 실정이다.^{3,6,7,15,28,36,37}

우리나라에서 심장사상충에 대한 보고는 대구지방의 축견을 대상으로 조사한 결과 20%가 감염되었다²⁸는 것을 시작으로 각 지역별로 감염실태가 보고되고 있다.³⁰⁻³⁷ 그러나 실제 임상가들에게는 그다지 자주 접하는 질병이 아니었기에 관심의 대상이 되지 못하였으나 최근에는 서울을 비롯한 여러 지역에서 간단한

진단 kit를 이용하여 진단되고 있다^{31,33,37}.

심장사상충의 주된 기생부위에 대해서는 지금까지 많은 연구자들이 부검소견으로 우심실, 우심방, 폐동맥이라고 하였다^{7,11-16}. 그러나 萩尾²⁹는 무증상 또는 만성 감염 예에서 초음파검사에 의해 숙주 생존시에는 심장사상충의 주된 기생부위가 폐동맥이지만 숙주가 빈사 상태이거나 또는 사후에는 내강이 넓은 우심계로 이동한다고 하였다. 본 실험에서도 Table 1에서 보는 바와 같이 생존시 초음파검사에 의해 우심방과 및 우심실을 여러 단면(좌심실유출로장축단면, 4강장축단면, 건삭수준단축단면, 심첨4강단면 및 변형폐동맥수준단축단면)에서 검사하였으나 충체의 음영이 관찰되지 않았지만, 주폐동맥, 폐동맥분지부 또는 우폐동맥 내에서 많은 충체의 음영이 뚜렷하게 관찰되었다 (Table 1; Fig 1). 이것은 숙주가 살아 있을 때에 심장사상충의 주된 기생부위가 우심방 또는 우심실보다는 폐동맥이었다는 萩尾²⁹의 보고를 뒷받침해 주는 결과라고 생각된다.

심장사상충진단을 위한 초음파검사시 가장 진단률이 높은 검사단면을 확인할 목적으로 4개의 표준단면과 변형폐동맥수준단축단면을 이용하여 검사하였던 바, 이들 중 변형폐동맥수준단축단면에서 주폐동맥, 폐동맥분지부 및 우폐동맥내의 충체음영을 가장 확실하게 관찰할 수 있어 가장 우수한 단면임을 알 수 있었다 (Fig 1; D, F). 한편 좌심실유출로장축단면 (Fig 1; A) 과 4강장축단면 (Fig 1; B)에서 횡절되어 둥글게 영상화된 우폐동맥내에서는 감염의 정도에 따라 소수 또는 다수의 충체음영이 확인 되었으며 동시에 우폐동맥의 확장소견을 관찰할 수 있었다. 즉 좌심실유출로장축단면은 우심계를 충분히 영상화시키는 데는 미흡하지만 그러나 좌심계에 대한 정보를 얻을 수 있을 뿐만 아니라 대동맥 하단에 우폐동맥의 횡절단상을 영상화시킬 수 있어서 우폐동맥의 확장 또는 우폐동맥내에 기생하는 충체를 관찰할 수 있었다. 4강장축단면은 좌심실유출로장축단면보다 우심방과 우심실을 영상화시키는 폭이 넓어 우심계 내를 관찰하는데 유용하였다. 하지만 건삭수준단축단면을 중심으로 유두근수준단축단면과 승모판수준단축단면의 검사에서도 충체의 음영은 관찰되지 않았다. 또한 좌측흉골방영상창에서 얻은 심첨4강단면을 이용한 검사에서도 역시 우심실과 우심방내에는 충체의 음영을 확인 할 수 없었으나 변형폐동맥수준단축단면을 이용한 검사에서는 11두 모두 주폐동맥과 폐동맥 또는 우폐동맥내에서 심장사상충 성충의 음영을 확인 할 수 있었다. 이 결과는 대부분의 충체가 우심계보다는 폐동맥내에 기

생하고 있음을 나타낸 것으로 萩尾²⁹가 77두의 심장사상충 감염견을 대상으로 초음파검사를 실시한 결과와 유사하였다.

또한 전신마취상태에서 폐동맥관구부를 절찰한 후 심장을 적출한 다음, 심장과 주위 혈관계를 절개하여 충체의 분포를 조사한 결과와 생존시 각 단면별 초음파검사 결과를 종합하여 볼 때, 숙주의 생존시 대부분의 충체는 주로 폐동맥에 기생하고 있었다. 따라서 심장사상충 검사를 위한 심장초음파검사의 최적단면은 변형 폐동맥수준단축단면이라는 것이 확인되었다.

한편 폐동맥의 확장을 유발하는 대표적인 질병의 하나인 심장사상충에 감염된 개에서 얻어진 결과와 정상 진돗개의 측정치를 비교해 보았을 때, B-mode에서는 대동맥기부내경을 제외한 우폐동맥내경과 우폐동맥내경/대동맥기부내경, 그리고 M-mode에서는 대동맥기부내경, 우폐동맥내경, 우폐동맥내경/대동맥기부내경 모두가 두 실험견 사이에서 유의성($p < 0.05$) 있는 차이를 보였다 (Table 3). 즉 심장사상충에 감염된 개에서 우폐동맥내경이 현저하게 확장되었으며, 우폐동맥내경/대동맥기부내경은 사상충에 감염된 개에서 월등히 높았다. 그리고 동일한 품종인 진돗개 사이의 비교에서도 대동맥기부내경은 비슷한 측정치를 보인 반면 우폐동맥내경의 측정치는 상당히 넓게 측정되어 대동맥기부내경을 기준으로한 우폐동맥내경의 비교가 우폐동맥의 확장을 진단하는데 있어서 유용하게 이용될 수 있음을 알 수 있었다.

그리고 우폐동맥내경은 사상충에 감염된 개에서 평균 25~35% 정도 더 넓게 측정되었는데 사상충 감염견중 일부에서는 우폐동맥내경이 대동맥기부내경과 동등한 크기로 확장된 것도 있었다. 그리고 동일한 품종인 진돗개사이의 비교에서도 대동맥기부내경은 정상견과 사상충감염견에서 비슷한 측정치를 보인 반면 우폐동맥내경의 측정치는 사상충감염견에서 상당히 넓게 측정되어서 우폐동맥이 확장된 것을 알 수 있었다.

한편 감염된 성충의 수와 기생부위의 관계에 대해서는 체중 25 Kg 개를 기준으로 하였을 때, 감염된 성충의 수가 50마리 이내인 경우에는 주로 폐동맥 하단에 기생하고, 50마리 이상일 경우엔 우심실과 우심방에도 기생하며, 100마리 이상인 경우에는 대동맥 등에도 기생, 즉 감염된 충체의 수가 많아질수록 심혈관계에 있어서 그 기생부위가 넓어져 간다는 이론이 일반적이다^{3,15,18}. 그러나 Badertscher II 등²은 자연 감염된 8두의 개를 대상으로 초음파검사를 실시한 결과, 7두에서 우심실 내에서 심장사상충의 음영을 확인하였으나, 사후 부검결과 5두에서는 우심실과 폐동맥에

서, 나머지 3두에서는 폐동맥에서만 심장사상충을 발견하였다. Badertscher II 등²은 초음파검사결과와 부검결과에서 충체가 발견된 위치의 차이에 대하여는 숙주의 생사전후에 심장사상충이 우심실과 폐동맥사이를 이동하는 것에 기인한 것으로 추측하였다. 하지만 이 실험에 사용된 실험견중 7두 모두 개체당 감염된 충체의 수가 50마리 미만이었다는 점을 고려한다면 감염된 충체의 수와 충체의 기생부위에 대한 검토의 필요성이 있다는 것을 제시한다. 또한 충체의 기생부위와 이동에 관한 보고로서 萩尾²⁰도 빈사기 또는 사후에 충체가 폐동맥에서 우심실로 이동하는 것을 초음파검사로 확인한 후 보고하였다. 본 실험에서도 생존시 폐동맥에서 초음파검사에 의해 관찰되었던 충체의 수보다 부검조건에서 폐동맥 내에 훨씬 많은 충체가 집적되어 있는 것을 관찰 할 수 있었다 또한 생존시 폐동맥에서는 충체의 음영이 잘 관찰되지 않으면서 우폐동맥내에 충체의 음영이 소수 보였던 예에서도 부검조건에서는 대부분의 충체가 우폐동맥에서 관찰되었다(Fig 4). 따라서 위의 결과들을 종합하여 보면 숙주 생존시 충체의 기생부위는 폐동맥, 우심방, 우심실이지만 주된 기생부위는 폐동맥이며 사후에는 우심실로 일부가 이동된다고 생각된다.

이상의 결과를 종합하여 볼 때 대부분의 심장사상충은 숙주가 살아 있어서 심장의 운동성이 활발할 때는 주로 폐동맥에 기생하며, 이렇게 폐동맥에 기생하는 충체를 검사하기 위한 초음파검사 부위는 폐동맥, 폐동맥분지부 및 우폐동맥을 잘 관찰할 수 있는 변형 폐동맥수준단축단면이라는 것이 확인되었다. 또한 동시에 좌심실유출로장축단면과 4강장축단면에서 영상화되어지는 우폐동맥의 단축횡단상을 관찰하면 진단의 정확도를 높일 수 있을 것으로 생각된다. 그리고 본 연구에서 처음 시도된 변형폐동맥수준단축단면을 이용한 우폐동맥내경 및 대동맥기부내경의 측정은 심장사상충감염증 이외에도 폐동맥의 확장적 변화를 유발하는 질병에 있어서 폐동맥의 확장적 확장의 정도를 초음파적으로 진단하는데 있어서 기초자료로 이용될 수 있을 것으로 사료된다.

결 론

개에서 심장사상충의 기생부위와 초음파검사에 의한 진단시 최적의 검사부위를 검토할 목적으로 심장사상충에 자연감염된 11두(진돗개: 5두, 잡종견: 6두 체중: 12.3~20 Kg)를 대상으로 4개의 표준단면(좌심실 유출로장축단면, 4강장축단면, 건삭수준단축단면, 심첨

4강단면)과 변형폐동맥수준단축단면을 이용하여 심장 초음파검사를 실시하였다. 초음파검사후 전신마취하에서 좌측 제 4-5 늑간을 절개하여 폐동맥관부부를 절찰한 후, 안타사시켜 심장내 충체의 분포를 조사하였다.

우심계 또는 폐동맥이 영상화되어지는 4개의 표준단면과 변형폐동맥수준단축단면을 이용한 검사결과 심장사상충의 음영은 11두 모두 우심방·우심실에서는 충체가 전혀 관찰되지 않았고 우폐동맥, 폐동맥분지부 또는 우폐동맥에서만 관찰되었다. 부검조건에서는 11두 모두 폐동맥내에서 충체가 발견되었으며, 이중 2두에서는 우심실유출로와 우심실에서도 각각 4마리, 1마리가 발견되었다.

폐동맥에 기생하는 심장사상충을 검사하기 위한 초음파검사 부위는 우폐동맥, 폐동맥분지부 및 우폐동맥을 잘 관찰할 수 있는 변형 폐동맥수준단축단면이라는 것이 확인되었다. 그러나 우심방과 우심실에 기생하는 경우도 있어 좌심실유출로장축단면과 4강장축단면 등을 함께 이용하면 진단의 정확도를 더욱 높일 수 있을 것으로 생각된다.

폐동맥 확장의 간접적 진단지표로 삼고자 시도한 우폐동맥내경과 대동맥기부내경은 정상 진돗개와 심장사상충 감염견의 비교에서 다음과 같은 결과를 얻었다. B-mode에서는 대동맥기부내경을 제외한 우폐동맥내경과 우폐동맥내경/대동맥기부내경, 그리고 M-mode에서는 대동맥기부내경, 우폐동맥내경, 우폐동맥내경/대동맥기부내경 모두가 두 실험견 사이에서 유의성($p < 0.05$) 있는 차이를 보였다. 따라서 변형폐동맥수준단축단면을 이용하여 우폐동맥내경과 대동맥기부내경을 측정한다면 우폐동맥의 확장과 확장의 정도를 진단할 수 있음을 알 수 있었다.

이상의 결과를 종합하여 볼 때 심장사상충은 주로 폐동맥에 기생하고 있다는 것을 알 수 있었다. 따라서 심장초음파를 이용한 심장사상충의 진단시에는 폐동맥이 잘 영상화되어지는 변형폐동맥수준단축단면을 이용하는 것이 진단의 정확도를 높일 수 있을 뿐 아니라 폐혈관상의 확장적 변화와 확장의 정도를 진단하는 지표로 활용될 수 있음이 확인되었다.

참 고 문 헌

1. Atkins CE, Keene BW, McGui SM. Pathophysiological mechanism of cardiac echocardiographic study. Am J Vet Res 1988; 49: 403-410.
2. Badertscher II RR, Losonsky JM, Paul AJ, Kneller SK. Two-dimensional echocardiography for diagnosis of dirofilariasis in nine dogs JAVMA 1988; 193: 843-

- 846.
3. Calvert CA. Heartworm disease. In: ed Birchard SJ & Sherding RG, Saunders manual of small animal practice, 1st ed. Philadelphia: W.B. Saunders. 1994: 187~193.
 4. Calvert CA, Losonsky JM. Pneumonitis associated with occult heartworm disease in dogs. JAVMA 1985; 186: 1097-1098.
 5. Carlisle CH. Canine dirofilariasis: Its radiographic appearance. Vet Radiol 1980; 21: 123-130.
 6. Glaus TM, Jacobs GJ, Rawlings CA, Watson ED, Calvert CA. Surgical removal of heartworms from a cat with caval syndrome. JAVMA 1995; 206: 603-666.
 7. Goggin JM, Biller DS, Rost CM, DeBey BM, Ludlow CL. Ultrasonographic identification of *Dirofilaria immitis* in the aorta and liver of a dog. JAVMA 1997; 210: 1635-1637.
 8. Jackson RF, Swinmour WG, Growney PJ. Surgical treatment of the caval syndrome of canine heartworm disease. JAVMA 1977; 171: 1065-1069.
 9. Knight DH. Heartworm heart disease. Adv Vet Sci Compend Med 1977; 21: 107-149.
 10. Losonsky JM, Thrall DE, Lewis RE. Thoracic radiographic abnormalities in 200 dogs with spontaneous heartworm infestation. Vet Radiol 1983; 24: 120-123.
 11. Myer W, Bonagura JD. Radiographic evaluation. In: Birchard SJ & Sherding RG, ed Saunders Manual of Small Animal Practice, 1st ed. Philadelphia: W. B. Saunders. 1994: 403-411.
 12. Nelson RW, Couto CG. Heartworm disease. In: Nelson RW, Couto CG, ed, Small animal internal medicine, 2nd ed. Mosby, St. Louis 1998 162-179.
 13. Otto GF, Jackson RF. Pathology of heartworm disease. JAVMA 1969, 154: 382-384.
 14. Rawlings CA, Losonsky JM, Lewis RE, McCall JW. Development and resolution of radiographic lesions in canine heartworm disease. JAVMA 1981; 178: 1172-1177.
 15. Rawlings CA, Calvert CA. Heartworm disease. In: Ettinger SJ, Feldman EC, ed. Text book of veterinary internal medicine, 4th ed. Philadelphia: WB Saunders. 1995: 1046~1068.
 16. Rawlings CA, Lewis RE, McCall JW. Development and resolution of pulmonary arteriographic lesions in heartworm disease. J Am Anim Hosp Assoc 1980; 16: 17-21.
 17. Rawlings CA, McCall JW, Lewis RE. The response of the canine's heart and lungs to *Dirofilaria immitis*. J Am Anim Hosp Assoc 1978; 14: 17-32.
 18. Schelling CG. Radiology of the heart. In: Miller MS, Tilley LP, ed. Manual of canine and feline cardiology, 2nd ed. Philadelphia. W.B. Saunders, 1995: 17-45.
 19. Schiller NB, Skioldebrand CG, Schiller EJ, Mavroudis CC, Silberman NH, Rahimtoola SH, Lipton MJ. Canine left ventricular mass estimation by two-dimensional echocardiography. Circulation 1983; 68: 210-216.
 20. Selcer BA, Newell SM, Mandsour AE, McCall JW. Radiographic and 2-D echocardiographic findings in eighteen cats experimentally exposed to *D. immitis* vis mosquito bites. Vet Radiol Ultrasound 1996; 37: 37-44.
 21. Smith RE, Malone JB. Evaluation of a latex antigen-based *Dirofilaria immitis* detection test. J Am Anim Hosp Assoc 1989, 25: 138-142.
 22. Tashjian RJ, Liu SK, Yarns DA, Das KM, Stein HL. Angiocardiography in canine heartworm disease. Am J Vet Res 1970; 31: 415-436.
 23. Thomas WP, Gaber CE, Jacobs GJ, Kaplan PM, Lombard CW, Moise NS, Moses BL. Recommendations for standards in transthoracic two-dimensional echocardiography in the dog and cat. Vet Radiol Ultrasound 1994; 35: 173-178.
 24. Thomas WP. Two-dimensional, real-time echocardiography in the dog. Vet Radiol 1984; 25: 50-64.
 25. Thrall DE, Badertscher RR, Lewis RE, McCall JW, Losonsky JM. Radiographic changes associated with developing dirofilariasis in experimentally infected dogs. Am J Vet Res 1980; 41: 81-90.
 26. Thrall DE, Calvert CA. Radiographic evaluation of canine heartworm disease coexisting with right heart failure. Vet Radiol 1983; 24: 124-126.
 27. 萩尾光美, 大 宏光, 小川博之, 熊谷丑二. 斷層心エコー法による犬糸状の診断. 日本獣醫師會誌 1986; 37: 497-501.
 28. 萩尾光美, 田中健太, 服卷滋之, 大藪宏光. 斷層心エコー法による犬糸状 寄生部位の検討. 日本獣醫師會誌 1986; 39: 74-80.
 29. 萩尾光美. 小動物의 超音波 診斷(心臟). 小動物臨床 1990; 9: 16-22.
 30. 김명철, 김종만, 김덕환, 강종일. 개에서 심장사상충 증의 발생 2례. 한국임상수의학회지 1999; 16: 235-238.
 31. 김상기. 개 심장사상충증의 방사선학적 진단. 한국임상수의학회지 1995; 12: 265-275.
 32. 김자숙, 김선홍, 이태욱, 이정길. 진도견의 심장사상충 감염을 조사. 大韓獸醫師會誌 1985; 21: 497-499.
 33. 이상목, 최석화, 이현하, 이원창. 국내 사육견의 심장사상충 실태조사. 大韓獸醫師會誌 1992; 28: 344-347.
 34. 이재구, 임병무. 한국산 축견의 율충류 감염을 조사. 전북대 논문집 1970; 12: 27-38.
 35. 이재구. 아세톤침출법의 전주지방축견의 견사상충 감염을 조사. 大韓獸醫師會誌 1966; 6: 42-44.

36. 이정길. 한국 진도견에 있어서의 견사상충 감염에 관한 연구-특히 Modified Knott Method에 의한 자충 검사에 대하여. 전남대학교 논문집 1971; 17: 373-381.
37. 이정치, 이채용, 신성식, 이정길. 국내 독일세페드종의 개심장사상충 감염실태. 기생충학잡지 1996; 34: 225-231.
38. 이희석. 대구지역개의 견사상충의 감염실태. 大韓獸醫師會誌 1993; 29: 25-27.