

## 강아지에서 컨벡스스캐너를 이용한 정상적인 심장구조물의 초음파상

정순욱 · 박희명 · 한숙희 · 윤정희 · 한홍율  
서울대학교 수의과대학

### Ultrasound Imaging of Normal Cardiac Structures with Convex Scanner in Puppies

Soon-wuk Jeong, Hee-myung Park, Sook-hee Han  
Jung-hee Yoon, Hong-ryul Han

College of Veterinary Medicine, Seoul National University, Suwon, 441-744

#### Abstract

Sector scanner which has a conical end is used to image through the intercostal space because heart is protected by the ribs. Cardiac data published all around the world were also obtained by sector scanner. Although scanners being used in every small animal practice and animal hospital at college in Korea include convex type and linear type, linear type is not appropriate for cardiac scan because of a wide contact surface. The purpose of this study is to establish ultrasonographic images of normal cardiac structures by measuring shape, size of reflectable cardiac structure according to restraint position in scanning normal heart of the puppies with 6.5 MHz convex scanner(SonoAce 4500, Medison, Korea) used in our veterinary teaching hospital, Seoul national university.

Seventeen male and female puppies considered having healthy heart by X-ray and clinical examination are used from April to July 1994. Scanning point selection of probe head and the distinction of imaged cardiac structures were accomplished by necropsy and cardiac scanning performed through thoracotomy under general anesthesia. At 10 o'clock position of transducer(at an angle of 30° between imaginary line from elbow joint to 3rd sternum and probe head, 60° from body surface, 4th intercostal space of right thorax) with the marker of scanner toward the head of dogs, right atrium, left atrium and left ventricle were observed in 2, 3, 4, 5 intercostal space(2cm from the sternum) of experimental dog positioned ventrodorsally under general anesthesia. Under these conditions, the numerical values of imaged diastolic heart are as follows : the distance from skin to apex(mean±S.D) 47.53±6.94mm, thickness of left ventricular wall 6.00±1.60mm, length of left ventricle 16.27±5.31mm, width of left ventricle 15.33±4.25mm, length of left atrium 12.33±3.82mm, width of left atrium 11.

33±3.94mm, length of right atrium 7.00±2.41mm, width of right atrium 11.21±2.76mm and the area of left ventricle 270.92±109.81mm<sup>2</sup>, area of left atrium 98.00±41.08mm<sup>2</sup>, area of right atrium 62.75±21.04mm<sup>2</sup>.

## 서 론

소동물 심장의 임상검사방법에는 시진, 촉진, 타진, 청진, x-ray 검사법, 심전도표화법, 심음표화법, 심장내카테터삽입법, 초음파진단법 등이 있다. 이중 초음파 촬영술은 사람의 경우 심장질환 진단에 있어 주요한 역할을 담당하고 있다. 초음파 영상 진단법의 장점은 침습성이 없고, 반복검사의 용이성, 실시간 표시기능, 연부조직의 적합한 영상화, 촬영시 방향선택의 자유로움 등이 있다. 실시간 표시기능은 연부조직으로 구성된 움직이는 장기를 동시에 촬영할 수 있는 것으로 곧바로 한번도 쉬지 않고 움직이는 심장을 촬영하는데 매우 적절한 효과를 지닌다. 현재 국내 수의학에서도 심장학에 있어서 이 방법을 도입하여 판막질환, 심근질환, 선형성질환, 견사상층증, 심막액저류, 종양성 병변 등의 질환진단에 응용하려고 시도하고 있다. 초음파 촬영을 통한 영상화는 초음파 진단 장치 및 탐촉자의 종류와 용량, 주사법(array method), 영상에 영향을 미치는 인자(반사, 감쇠, 분해능), 장기의 위치와 크기, 그리고 장기의 병태유무 등에 의하여 좌우된다<sup>11</sup>. 특히 심장은 늑골에 의하여 보호되어져 있어서 좁은 늑골사이를 초음파가 통과하여 촬영하기 위해서 탐촉자 끝이 원추형으로 생긴 섹터스캐너(sector scanner)를 전세계적으로 사용하고 있는 실정이다<sup>15,14</sup>. 또한 발표되고 있는 심장에 관한 데이터도 이 섹터스캐너를 사용하여 얻은 것이다. 그러나 현재 국내에 보급되어 각 대학 동물병원 및 소동물 개업병원에서 사용되고 있는 스캐너는 그 끝이 볼록한 컨벡스형(convex type)이다.

본 연구는 국내에서 제작하여 본대학 동물병원에서 진료에 이용하고 있는 컨벡스스캐너를 사용하여 자견에서 정상적인 심장의 촬영시 동물의 보정위치, 영상 가능한 심장구조물들의 형태 및 크기를 알아보는데 그 목적이 있다.

## 재료 및 방법

실험동물 : 1994년 4월부터 1994년 7월까지 임상검사 및 x-ray 검사에서 건강한 심장을 지닌 것으로 판정된 자견 암수 17두를 사용하였다. 이중 2두는 예비실험에 사용후 부검을 실시하였다.

방사선학적 검사 : 실험견을 ventrodorsal position으로 보정한 후에 x-ray 촬영기(Explorer II, Picker, England)와 필름(Agfa, Germany)을 가지고 25 mAs 와 50-55 KV 하에서 그리드를 설치하여 촬영하였다. x-선 필름상 심장음화도(cardiac silhouette)에서 Hamlin<sup>10</sup>의 방법에 준하여 그림 1에서 보는 것처럼 심장구조물을 수치화하였다.

초음파학적 검사 : 부검을 통하여 얻은 자견의 심장과 전신마취후 개흉술로 자견의 흉강을 벌린 상태에서 심장을 6.5 MHz 컨벡스스캐너(convex scanner, SonoAce 4500, Medison, Korea)로 촬영하여 탐촉자의 주사위치와 영상화되어진 심장의 구조물을 관찰하였다. 영상화된 것은 printer(video graphic printer x-870MD, Sony, Japan)로 뽑아내어 자료를 보관하였다.

1. 부검을 통하여 얻은 자견의 심장을 복배위로 위치시킨 후 초음파로 촬영하였을 때 후대정맥, 대동맥, 폐정맥, 폐동맥 순으로 조형됨을 관찰하였다. 그림 2는 카테타를 후대정맥 및 대동맥에 삽입한 후 물로 채운 용기에서 관찰한 것이다. 이때 심장은 초음파겔(Aquasonic 100, Parker, U.S.A.)로 일시적으로 고정을 시켰다. 탐촉자를 수면위에 놓고 대동맥에 삽입한 카테타를 넣었다 빼었다 움직여 대동맥의 위치를 확인하였다. 탐촉자를 심장에 수직으로 대략 제4늑간부위에서 탐촉자의 표시점이 강아지의 왼쪽으로 향하게 하여 스캔하였다. 그림 2에서 보는 바와같이 후대정맥과 대동맥이 두개의 회전점(삽입한 카테타가 점으로 보임)으로 각각 나타난 것을 관찰하였다.

2. 살아있는 자견을 전신마취(케타민 20 mg/Kg) 한 후 개흉술로 흉강을 열고 생리식염수로 흉강을 채운후 탐촉자를 수면위에 놓고 스캔하였다. 동시에 생리식염수가 든 주사기에 연결된 주사바늘을 우심방, 우심실, 좌심방, 좌심실에 각각 번갈아 가면서 꽂아 생리식염수를 심장내에 주입하였다. 이때 초음파상에는 조영제로 쓰인 생리식염수가 물거품(bubbling)모양으로 나타내는데 이를 통하여 심장 각 구조물을 초음파상에서 확인하였다.

3. 자견에서 초음파 촬영이 되는 부위의 털을 제거하고 초음파두와 체표면사이를 초음파젤로 채웠다.

## 결과 및 고찰

탐촉자의 주사 위치 및 스캔한 심장구조물 : 6.5 MHz의 컨벡스형 탐촉자를, 전신마취하여 복배위로 보정한 실험견의 제2, 3, 4, 5 늑간(정

Table 1. Radiographic measurements of cardiac structures on cardiac silhouette in puppies with normal heart (mm)

	L	R	LH	RH	A	LC	LAT
Mean	17.27	16.00	23.40	19.73	12.93	30.13	76.40
SD	4.58	5.07	3.96	5.35	5.86	5.86	11.67

L: distance between the left ventricular free-wall and the left thoracic wall, R: distance between the right ventricular free-wall and the right wall, LH: distance between the left ventricular free-wall and midline, RH: distance between the right ventricular free-wall and midline, A(aortic double density): distance between aorta and midline, LC: distance from the midline to the left thoracic wall, LAT(total lateral dimension): R+RH+LH+L, SD: standard deviation

Table 2. Values of L/R, RH/LH, (RH+LH)/LAT, and A/LC on radiographic cardiac silhouette (mm)

Number of dogs	L/R	RH/LH	(RH+LH)/LAT	A/LC
1	0.77	0.77	0.59	0.49
2	1.00	0.43	0.60	0.37
3	1.16	1.59	0.52	0.38
4	1.13	0.85	0.61	0.31
5	0.78	0.61	0.58	0.44
6	1.05	0.60	0.49	0.34
7	0.88	0.73	0.60	0.48
8	1.25	0.88	0.64	0.49
9	1.11	1.25	0.70	0.41
10	1.89	1.00	0.64	0.36
11	1.18	1.05	0.47	0.44
12	0.88	0.42	0.45	0.41
13	0.90	0.58	0.52	0.47
14	1.75	1.37	0.58	0.37
15	1.33	1.09	0.57	0.48

중선에서 우측으로 약 2cm), 10시 방향(위치는 우측 흉부 제4늑간, 체표면으로부터 60°, 우측 elbow joint 와 3번째 흉골을 이은 가상선과 탐촉자 사이의 각도가 30°), 탐촉자의 marker 는 머리쪽으로 위치하였을때 marker 쪽에서부터 우심방, 좌심방, 좌심실을 관찰하였다. 그림 3에서 보는 바와같이 확장기시에 영상화된 심장의 각 구조물을 측정하였다.

심장음향도 분석 : 건강한 자견에서 x-ray 소견상 관찰한 심장실루엣을 분석한 표 1에 나타난 것처럼 정상적인 심장의 좌심실 외막벽에서 좌측 흉벽까지의 거리 (L), 우심실 외막벽에서 우측 흉벽까지의 거리 (R), 좌심실 외막벽에서 중심선까지의 거리 (LH), 우심실 외막벽에서 중심선까지의 거리 (RH), 대동맥과 중심선 사이의 거리 (A), 중심선에서 좌측 흉벽까지의 거리 (LC), 총측면적 (LAT) 값 (평균±표준편차)이 각각 17.27±4.58mm, 16.00±5.07mm, 23.40±3.96mm, 19.73±5.35mm, 12.93±3.17mm, 30.13±5.86mm, 76.40±11.67mm<sup>2</sup> 이다. 그리고 실험견 각각에서 산출한 L/R, RH/LH, (RH+LH)/LAT, A/LC 는 표 2에 나타나 있다.

6.5 MHz 컨벡스스캐너로 심장확장기시에 자견에서 촬영한 심장 각 구조물의 측정치(평균±표준편차)는 피부에서 심첨까지의 거리 47.53±6.94, 좌심실벽의 두께 6.00±1.60mm, 좌심실의 길이 16.27±5.31mm, 좌심실의 너비 15.33±4.25mm, 좌심방의 길이 12.33±3.82mm, 좌심방

의 너비 11.33±3.94mm, 우심방의 길이 7.00±2.41mm, 우심방의 너비 11.21±2.76mm, 좌심실 면적 270.92±109.81mm<sup>2</sup>, 좌심방 면적 98.00±41.08mm<sup>2</sup>, 우심방 면적 62.75±21.04mm<sup>2</sup> 이다(표 3).

강아지 심장의 초음파진단에서 섹터스캐너를 사용할 때는 강아지를 좌측 또는 우측 횡卧로 고정<sup>4,6</sup>시키지만 본 연구에 사용한 컨벡스스캐너는 강아지를 복배卧로 고정하였을 때 좋은 화상을 얻을 수 있었다(표 4). 전자의 방법으로 대부분의 심장구조물 즉, 좌 우 심실 및 심방, 2·3 챔판, 혈관 등을 관찰할 수 있는 반면 본 실험의 조건에서는 좌심실, 좌심방, 우심방, 대동맥만을 관찰할 수 있었다. 이 컨벡스스캐너를 사용하여 더 많은 심장구조물을 영상화시키기 위한 한가지 방법은 탐촉자에 초음파를 한곳으로 모아 심장을 스캔할 수 있는 추가구조물을 고안하여야 한다. 이는 마치 경주마에서 굴전에 발생한 파행의 시초 원인인 경미한 건염을 초음파로 조기진단하기 위하여 피부와 건 사이에 있는 각 구조물을 각각 분리시키도록 선형스캔에 추가구조물을 장착하는 이치와 동일한 것이다. 심장실루엣 분석<sup>10</sup>을 통하여 좌심실확장(L/R<0.5, RH/LH<2/3) 우심실확장(L/R>2, RH/LH 3/2), 좌·우심실확장(RH+LH/LAT>2/3, L=R), 대동맥확장(A/LC>0.5) 등의 심장질환을 진단 할 수 있다.

본 연구에 사용한 실험견들의 L/R, RH/LH,

Table 3. Echocardiographic indices of cardiac structures during diastolic period in normal puppies

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Mean	47.53	6.00	16.27	15.33	12.33	11.33	7.0	11.21	270.92	98.00	62.75
SD	6.94	1.60	5.31	4.25	3.82	3.94	2.41	2.76	109.81	41.08	21.04
Min~	31	3	7	9	4	6	3	7	131	33	32
Max	56	9	23	24	18	20	11	18	471	159	100

A: distance from the skin to the cardiac apex, B: thickness of the left ventricular wall, C: length of the leftventricle, D: width of the left ventricle, E: length of the left atrium, F: width of the left atrium, G: length of the righth atrium, H: width of the right atrium, I: area of the left ventricle, J: area of the left atrium, K: area of the right atrium, SD: standard deviation

Table 4. Comparison of echo technique, scanner type, and position of dog in present study with those previously reported for dogs

Echo technique	Scanner type	Echo window	Position of dog	References
M-mode	sector	left 4th-5th ICS, right 3rd-7th ICS(1-8 cm lateral to the sternum)	under unsedated or sedated, left or right lateral recumbency	2, 3, 6, 12, 13, 18
B-mode	sector	left 3rd-6th ICS(within 4 cm of the sternal edge), right 4th-5th ICS(within 5 cm of the sternal edge)	anesthetized or awake, left and (or) right lateral recumbency	7, 8, 9, 15, 17
B-mode	convex	right 4th-5th ICS(2 cm lateral to the sternum)	anesthetized, ventrodorsal	present study

Table 5. Comparison of echocardiographic indices in present study with those previously reported for normal dogs (mm)

Parameter	Boon et al <sup>4</sup> (M-mode, sector scanner, lateral recumbency, awake adult dog)	Jeong et al (B-mode, convex scanner, ventrodorsal, sedated puppy)
Left ventricular width	23-46	9-24
Thickness of left ventricular free wall	4-11	3-9
Left atrium width	18-50	6-20

RH+LH/LAT, A/LC는 각각 정상으로 심장에 이상이 없음을 보여주고 있다. Boon et al<sup>4</sup>은 확장기시 심장의 좌심실직경의 최소-최대치는 23-46 mm, 좌심실벽두께 4-11 mm, 좌심방직경이 18-50 mm 라고 보고하였지만 본 실험에서는 각각 9-24, 3-9, 6-20 mm로 나타났다(표 5). 이러한 결과의 차이는 mode형, 스캐너의 형태, 주사 방향 위치, 동물의 보정자세, 전신마취유무, 그리고 동물의 체표면적에 기인한 것으로 사료된다. 즉, 지금까지 다른 여러저자들은 섹터스캐너를 사용하여 좌·우측 횡와 보정상태에서 심장구조

물을 스캔하였다. 더욱이 Boon et al<sup>4</sup>이 보고한 결과는 unidimension 한 M-mode로 마취하지 않은 성견에서 심장초음파상을 구한 것이다. 심장 구조물의 크기는 체표면적에 비례하므로 본 실험에 공시한 자견으로부터 얻은 수치는 Boon et al<sup>4</sup>의 결과치에 비해서 적은 값으로 나타난 것이라 생각한다. 섹터스캐너의 에코창(echo window)은 우측횡와로 보정된 성견에 있어서 흉골 단에서 5 cm 내의 4-5 번째 늑간부위라고 알려져 있다<sup>16</sup>. 본 실험도, 비록 복배위자세로 보정한 후 자견에서 심장스캔을 하였지만 가장 좋은 초

음파상은 전자의 경우와 비슷한 에코창에서 관찰할 수 있었다. 이는 이 부위에서 폐의 간섭이 최소화되어 심장파 흉벽 접촉이 향상되기 때문이다. 최상의 화상은 호기시에 스캔하여 폐간섭을 극소화시켰을때 관찰할 수 있다.

## 결 론

심장은 늑골에 의하여 보호되므로, 좁은 늑골 사이를 초음파가 통과하여 촬영하기 위해서는 탐촉자 끝이 원추형으로 생긴 섹터스캐너(sector scanner)를 일반적으로 사용한다. 또한 세계 각국에서 발표되고 있는 심장에 관한 데이터도 이 섹터스캐너를 사용하여 얻은 것이다. 그러나 현재 국내에 보급되어 각 대학 동물병원 및 소동물 개업병원에서 사용되고 있는 스캐너는 그 끝이 볼록(convex type)한 것 또는 선형(linear type)이지만 이 중에서 선형탐촉자는 환측과의 접촉면이 넓어서 심장스캔에는 부적합하다. 본 연구는 국내에서 제작하여 본 대학 동물병원에서 진료에 이용하고 있는 6.5 MHz 볼록스캐너(SonoAcc 4500, Medison, Korea)를 사용하여 강아지에서 정상적인 심장을 스캔하면서 동물의 보정위치, 영상 가능한 심장구조물들의 형태 및 크기를 측정하여 자견에 있어서의 볼록스캐너를 이용한 정상적인 심장구조물의 초음

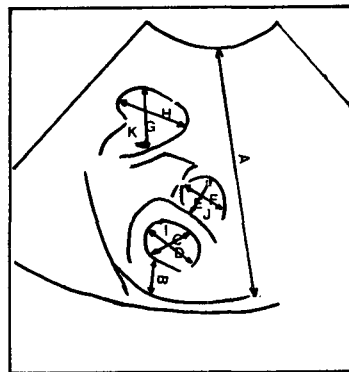
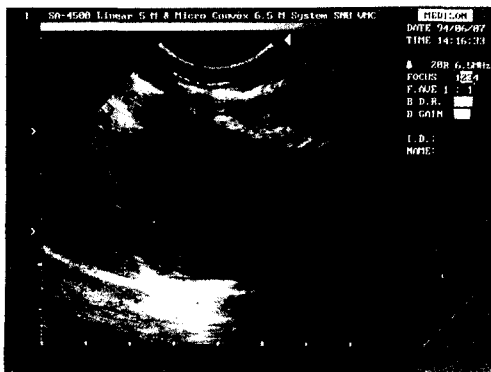
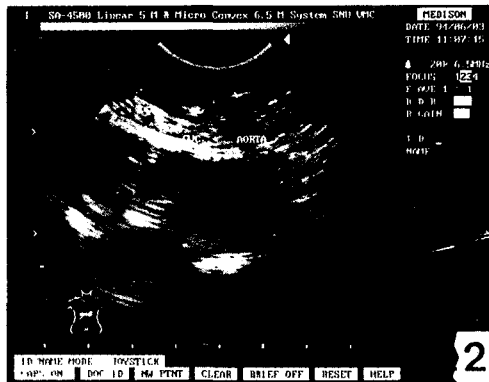
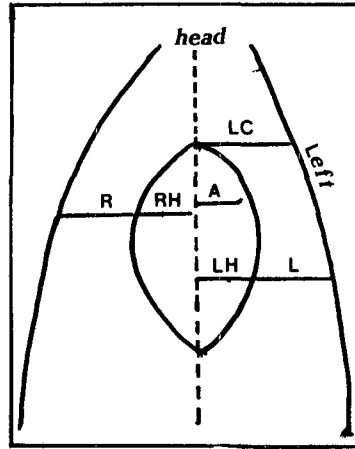
파상을 설정하는데 그 목적이 있다.

1994년 4월부터 1994년 7월까지 임상검사 및 x-ray 검사에서 건강한 심장을 지닌 것으로 판정된 자견 암수 17두를 사용하였다. 탐촉자의 주사위치설정과 영상화된 심장구조물의 구별확인 은 부검을 통하여 얻은 자견의 심장과 전신마취 후 개흉술을 실시해서 6.5 MHz 볼록탐촉자로 스캔한 심장에서 이루어졌다. 6.5 MHz convex transducer를, 전신마취하여 복배위로 보정한 실험견의 제2, 3, 4, 5 늑간(정중선에서 우측으로 약 2 cm)에, 탐촉자는 10시 방향(탐촉자의 위치는 우측 흉부 4늑간, 체표면으로부터 60°, 우측 elbow joint와 3번째 흉골을 이은 가상선과 탐촉자 사이의 각도가 30°), 탐촉자의 marker는 머리쪽으로 위치시켰을 때 marker 쪽에서부터 우심방, 좌심방, 좌심실을 관찰하였다. 이 조건으로 심장확장기시에 영상화된 심장의 각 구조물을 측정 한 수치는 다음과 같다. 피부에서 심첨까지의 거리(평균±표준편차) 47.53±6.94mm, 좌심실벽의 두께 6.00±1.60mm, 좌심실의 길이 16.27±5.31mm, 좌심실의 너비 15.33±4.25mm, 좌심방의 길이 12.33±3.82mm, 좌심방의 너비 11.33±3.94mm, 우심방의 길이 7.00±2.41mm, 우심방의 너비 11.21±2.76mm, 좌심실 면적 270.92±109.81mm<sup>2</sup>, 좌심방 면적 98.00±41.08mm<sup>2</sup>, 우심방 면적 62.75±21.04mm<sup>2</sup>.

## Legends for Figures

- Fig 1. Measurements of cardiac structures on radiographic cardiac silhouette in normal puppy. L: distance between the left ventricular free-wall and the left thoracic wall, R: distance between the right ventricular free-wall and the right thoracic wall, LH: distance between the left ventricular free-wall and midline, RH: distance between the right ventricular free-wall and midline, A (aortic double density): distance between aorta and midline, LC: distance from the midline to the left thoracic wall.
- Fig 2. Catheter, which was indwelled in caudal vena cava (CVC) and aorta in autopsied heart, was observed as white points on ultrasonographic picture, that indicated caudal vena cava and aorta, respectively.
- Fig 3. Ultrasonographic measurements of cardiac structures in diastolic period in normal puppy. A: distance from the skin to the cardiac apex, B: thickness of the left ventricular wall, C: length of

the left ventricle, D: width of the left ventricle, E: length of the left atrium, F: width of the left atrium, G: length of the right atrium, H: width of the right atrium, I: area of the left ventricle, J: area of the left atrium, K: area of the right atrium.



## 참 고 문 헌

1. Barr F. Imaging of the heart-echocardiography. In: Diagnostic Ultrasound in the dog and cat, 1st ed. London:Blackwell Scientific Publications. 1990: 115-149.
2. Baylen BG, Garner DJ, Laks MM, Yoshida Y, Emmanouilides GC. Improved echocardiographic evaluation of the closed-chest canine: methods and anatomic observations. *J Clin Ultrasound* 1980; 8: 355-40.
3. Bonagura JD, Pipers FS. Diagnosis of cardiac lesions by contrast echocardiography. *J Am Vet Med Assoc* 1983; 182: 396-402.
4. Boon J, Wingfield WE, Miller CW. Echocardiographic indices in the normal dog. *Vet Radiol* 1983; 24 :214-221.
5. Carter RE, Hudson JA, Finn-Bodner S. Ultrasonography. *Vet Clin North Amer* 1993; 23: 345-377.
6. Dennis MO, Healeigh RC, Pyle RL, Gilbert SH, Lee AC, Miller CW. Echocardiographic assessment of normal and abnormal valvular function in beagle dogs. *Am J Vet Res* 1978; 39: 1591-1598.
7. Franklin Jr TD, Weyman AE, Egenes KM. A closed-chest canine model for cross-sectional echocardiographic study. *Am J Physiol* 1977; 233: H417-149.
8. Gueret P, Meerbaum S, Wyatt HL, Uchiyama T, Lang T-W, Corday E. Two-dimensional echocardiographic quantitation of left ventricular volumes and ejection fraction. Importance of accounting for dyssynergy in short-axis reconstruction models. *Circulation* 1980; 62: 1308-1318.
9. Haendchen RV, Povzhitkov M, Meerbaum S, Maurer G, Corday E. Evaluation of changes in left ventricular end-diastolic pressure by left atrial two-dimensional echocardiography. *Am Heart J* 1982; 104: 740-745.
10. Hamlin RL. Analysis of the cardiac silhouette in dorsoventral radiographs from dogs with heart disease. *J Am Vet Med Assoc* 1953; 1446-1460.
11. Herring DS, Bjornton G. Physics, facts, and artifacts of diagnostic ultrasound. *Vet Clin North Amer* 1985; 15: 1107-1122.
12. Mashiro I, Nelson RR, Cohn JN, Franciosa JA. Ventricular dimensions measured non-invasively by echocardiography in the awake dog. *J Appl Physiol* 1976; 41: 953-959.
13. Pipers FS, Bonagura JD, Hamlin RL, Kittleson M. Echocardiographic abnormalities of the mitral valve associated with left-side heart diseases in the dog. *J Am Vet Med Assoc* 1981; 179: 580-586.
14. Rehage J, Stadler P, Kammermeier H, et al. Echocardiographie in Verbindung mit Herzkatheterisierung am Beispiel des angeborenen Ventrikelseptumdefektes des Kalbes. *Tier rztl Umschau* 1990; 45: 122-125.
15. Salcedo EE, Gockowski K, Tarazi RC. Left ventricular mass and wall thickness in hypertension. Comparison of M mode and two dimensional echocardiography in two experimental models. *Am J Cardiol* 1979; 44: 936-940.
16. Thomas WP. Two-dimensional, real-time echocardiography in the dog. *Vet Radiol* 1984; 25: 50-64.
17. Wyatt HL, Heng MK, Meerbaum S, Hestenes JD, Cobo JM, Davidson RM, Corday E. Cross-sectional echocardiography I. Analysis of mathematic models for



quantifying mass of the left ventricle in dogs. *Circulation* 1979; 60: 1104-1113.

18. Yamamura H, Etoh T, Satoh T, Yamazaki

R, Onoda S, Terada T. Application of echocardiography in dogs-analysis of echocardiograms of valves and ventricular walls