소동물의 심장 초음파의 임상적 응용과 이해 (I)

Clinical Application and Understanding of Echocardiography in Small Animals (I)

현창백 / 호주빅터장 심장병연구소, 성 빈센트병원

심장 초음파 촬영 (Echocardiography)은 심장 질환을 진단하는데 있어서 가장 효과적이면서도 비침습적인 (환축에게 해가 되지 않는) 검사 방법이다. 초음파 촬영을 통해 심장의 각 chamber의 크기와 심실의 두께, 심실벽의 움직임, 심장 판막의 모양이나 움직임을 직접 관찰할 수 있다.

방사선 촬영이 심장의 윤곽의 변화와 이에 따른 이차적인 주변 장기(예; 폐)의 변화를 관찰하는데 용이하지만, 혈역학적 변화에 따른 실질적인 심장 기능의 변화를 확인할 수 없다는 단점이 있다. 반면 초음파 촬영을 통해 심장 내부 구조물의 해부학적 변화를 직접 측정하므로써 심장내 이완기와 수축기 기능의 변화를 관찰하는데 훨씬 용이하다.

통상 심장 초음파는 real-time two dimensional echocardiography (2-D echo, B-mode echo), M-mode echocardiography와 doppler echocardiography가 진단에 이용되며, 필요에 따라 생리 식염수나 bubble을 이용한 contrast echocardiography가 임상에 이용되고 있다.

본 강좌에서는 초음파의 일반 원리와 적용 방법, 각기 다른 유형의 심장 초음파의 종류와 특징 및 주요한 심장 질환에 있어 심장 초음파를 이용한 진단 요령에 대해 기술하고자 한다.

1. 초음파의 원리와 사용법

초음파는 통상 사람의 청각으로 감지할 수 없는 20kHz이상의 음파를 말하며, 일반적으로 초음파 진단에 사용되는 음파의 파장은 2~10MHz정도이다. 초음파 진단에 사용하는 transducer (probe)에는 piezolelectric crystal (전압을 가하면 음파를 발산하는 소자체)이라고 불리는 진동자가 있어서 초음파가 형성된다. 일반적인 음파(소리)는 공기중에 사방으로 확산되는 성질이 있는 반면, 초음파 transducer는 특별하게 만들어진 기구를 이용하여 음파를 한방향으로 집중되게 발산할 수 있도록 되어있다.

이렇게 발산된 음파가 연부조직에 도달하면

(조직의 밀도에 따라 반사되는 소리의 강도가 다름) 반사되어 transducer내 소리를 받아들여 전기 신호로 바꾸어주는 변환기로 되돌아오게 된다. 이때 초음파 기계내 내장된 컴퓨터는 복잡한 연산 과정을 통해 반사된 소리가 되돌아오는 시간을 이용하여 연부조직과 transducer사이의 거리를 측정할 수 있다.

통상 transducer는 한꺼번에 여러가지 음파를 발산하므로 이러한 음파가 되돌아오는 시간을 계산하여 이차원적인 영상을 만들 수 있다.

또한 되돌아온 음파는 crystal을 자극하여 또다른 음파를 발산케하므로 real-time (실시간)으로 영상을 지속적으로 제공한다.

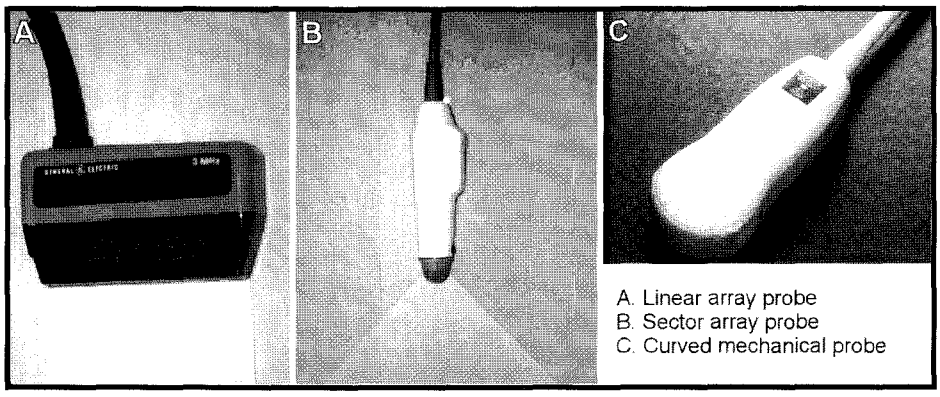
신체 각 조직별로 소리를 흡수하고 반사하는 성질이 조금씩 다른데 이를 acoustic impedence라고 하고 이는 방사선에서 조직의 밀도의 차이에 따라 방사선 투과량이 다른것과 같이 초음파 역시 조직의 밀도에 따라 이러한 acoustic impedence가 다르다. 때문에 조직마다 echogeneity (소리를 반사하는 성질)가 다르므로 transducer로 되돌아오는 초음파의 강도가 달라진다.

이러한 차이를 이용하여 이차원적인 영상이 만들어진다.

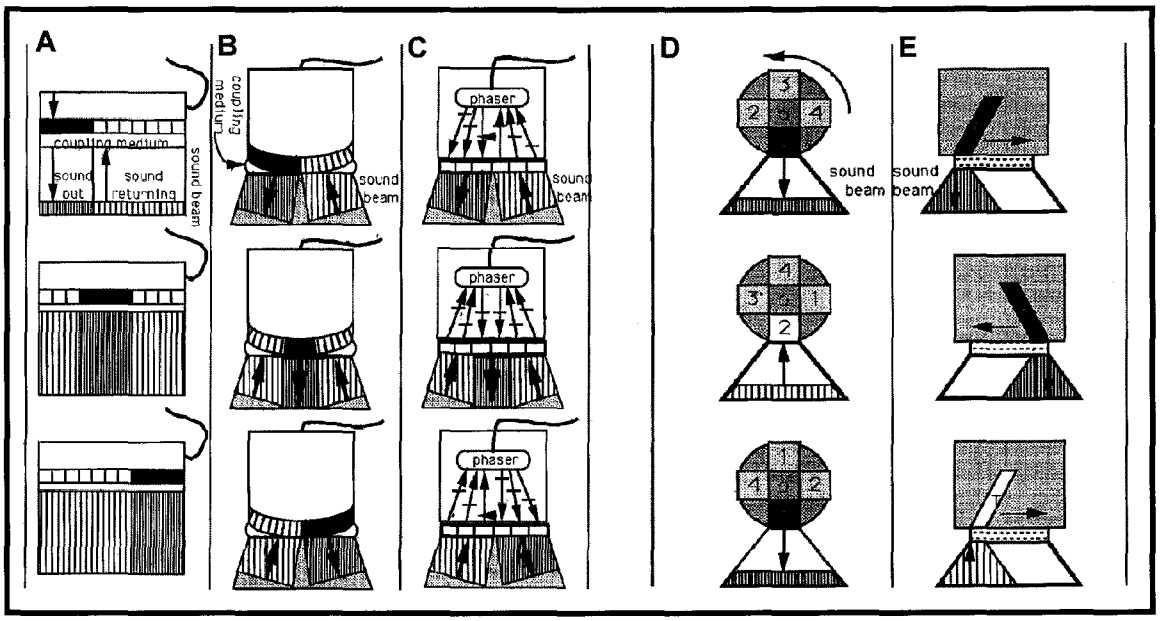
만약 어떤 조직이 소리를 강하게 반사하면 (예, 골조직) 이를 hyperechoic 이라고하고 이는 초음파상에서 밝은 영상을 띄며, 반대로 어떤 조직이 소리를 반사하지 않고 모두 흡수할 경우, 이를 anechoic 또는 sonolucent 라고 한다. 이러한 경우는 초음파가 체액을 통과할때 볼 수 있으며, 초음파상에서 검은색 영상으로 나타난다.

때문에 영상이 밝을 수록 초음파의 반사가 많이되는 조직을 나타내며, 반대로 어두울수록 소리의 반사가 적은 조직을 말한다.

이러한 이유때문에 심장 초음파시 흉추는 보이지 않는다 (딱딱한 골조직은 투과할 수 없으므로). 초음파에 사용되는 transducer에는 여러가지가 있다 (그림 1). Linear array transducer는 음파를 한 방향으로만 보낼수 있도록 만들어져 있어 일반 내장 기관을 관찰하기에는 용이해도 심장처럼 접근이 가능한 window가 좁은 (늑간을 통해서만 촬영이 가능하므로) 장기에는 적합하지 않다. 때문에 심장 초음파 촬영에는 초음파를 부채꼴 모양으로



[그림 1] 심장 초음파에 이용되는 transducer의 종류



[그림 2] 초음파 진단에 사용되는 transducer의 기본적인 작용원리.
A: Sequenced linear array. B: Curved sequenced linear array sector. C: Phased array sector. D: Rotating mechanical sector. E: Oscillating mechanical sector. 그림에서 transducerd의 검정색 부분은 음파를 발산하는 부위이고 하얀색 부분은 되돌아 오는 음파를 받아들이는 부분이다. 그림 A의 경우 시간 경과에 따라 차례로 소리를 발산하고 나머지는 이를 받아들인다. 또한 소리는 linear하게 발산된다. 때문에 이를 sequenced linear transducer 라고 한다. 그림 C의 경우, transducer내에 phaser 가 있어서 소리의 발산과 받아드림을 시차를 두고 반복하게 해준다. 때문에 이를 phaser array transducer 라고 한다. 그림 D와E는 현재 가장 보편적으로 심장 초음파 촬영에 이용되는 transducer로 기계적으로 crystal을 회전하거나 수평으로 이동하여 소리를 발산하고 받아들이는 transducer들이다.

확산할 수 있는 sector (convex)형의 phase array transducer나 mechanical transducer를 이용한다 (그림 2). 이러한 transducer 에는 여러개의 crystal이 박혀있어서 4~5개의 crystal이 기계적으로 회전하면서 여러방향으로 음파를 발산할 수 있다. Transducer는 초음파를 발산하면서 되돌아오는 초음파를 동시에 받아들일수 있도록 만들어져 있다.

일반적으로 high frequency 초음파는 가까운 부위를 보다 세밀하고 광범위하게 읽을 수있는 반면, 투과력이 떨어져서 깊은 부위까지 볼 수 없다. 반면 low frequency는 초음파가 확산되지 않고 깊은 부위까지 투과되므로 doppler같은 혈류 속도나 혈류의 이동을 보는데 적합하다.

앞에서 설명했듯이 high frequency의 음파가 작은 구조물을 촬영하기위해 필요하므로 주로 5~7.5MHz이상의 transducer가 소동물의 심장 초음파 촬영에 이용되며, 사람의 경우에도 detail한 영상을 얻기위해 10MHz의 transducer를 이용하는 경우가 많다.

초음파 촬영을 위해서 동물을 마취하거나

진정제를 투여할 필요는 없다.

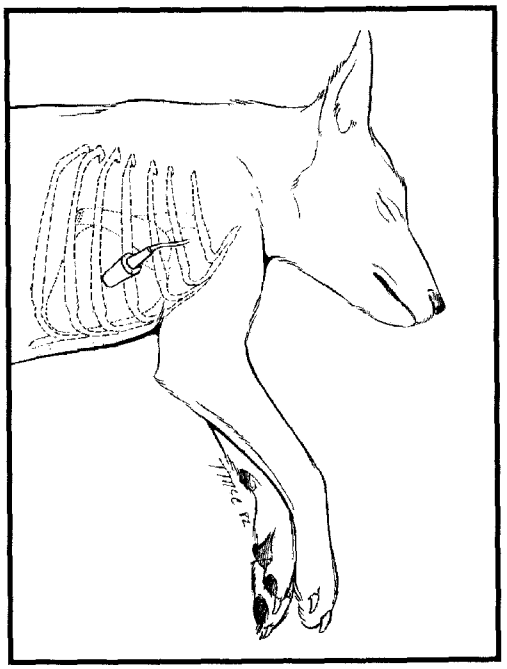
Ketamine이나 xylazine같은 마취제는 심장의 수축력, 박동수등에 영향을 주어서 좌심실내 직경 (left ventricular dimension; LVD), fractional shortening (심실 이완기와 수축기의 직경 비율;FS)에 영향을 주고 좌심실벽과 심실중격의 운동을 증가시킨다.

때문에 오진을 유발할 수 있으므로 가급적 마취제나 진정제는 투여하지 않는다.

좋은 초음파 영상을 얻기 위해서는 transducer와 신체부위에 공기가 들어가지 않도록 해야한다.

때문에 초음파용 젤을 관찰부위에 발라 주어야한다.

초음파 촬영을 위해선 통상 동물을 upright position (standing, sitting, sternal recumbency)으로 하고 촬영할 수 있지만 주로 lateral recumbency (측면으로 눕힘)로 촬영을 실시한다. 심장의 가급적 많은 부분이 흉벽에 부착되면 초음파상에 보이는 window의 크기가 커지므로 lateral recumbency가 임상에 많이 이용된다 (그림 3).



[그림 3] 올바른 심장 초음파 촬영법 (Position : Right lateral recumbency)
상기의 그림은 right parasternal plane을 촬영하기위한 방법이다. 일반적으로 3-6번째 늑간에 (주로 4~5 늑간) transducer을 올려 놓고 xiphoid에서 부터 thoracic inlet이 있는 방향으로 검사를 실시한다.

저자가 전에 일하던 대학병원에서는 진료대 밑에 구멍을 만들어서 transducer를 진료대밑으로하여 초음파 촬영을 실시하였다.

이렇게하므로서 초음파상의 window의 크기도 크고 해상도 역시 개선된다. 심장과 흉벽 사이에 간극을 최소화되기 때문에 이러한 방법을 이용한 것 같다.

2. Two-dimensional echocardiography (2D-echo; B-mode echo)

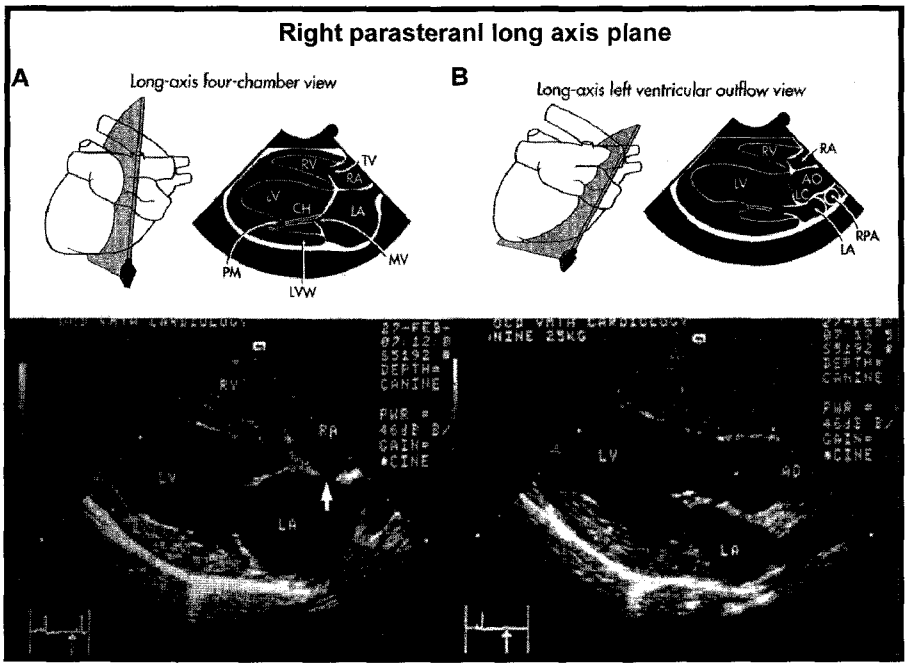
2D-echo는 심장을 종합적으로 검사하는데 가장 효과적인 초음파 진단 방법으로 phase-array transducer (sector transducer)를 이용하여 부채골 모양으로 beam을 발산하여 실시간으로 (15~30 frame/second) 심장의 움직임을 촬영하는 방법이다.

원하는 영상을 비디오 테입을 이용하여 저장할 수도 있고 디지탈 방식으로 저장도 가능하다.

일반적으로 동물에서는 다음 3가지 위치에서 촬영을 실시한다; 1. right parasternal

plane, 2. left parasternal apical plane, 3. left parasternal cranial plane.

또한 transducer의 각도에 따라 long axis plane (심장을 종단으로 가로지름)과 short axis plane (심장을 횡단으로 가름)으로 나눈다. 일반적으로 transducer를 움직이는 방향은 임상가 마음이지만 주로 xiphoid에서 thoracic inlet 방향으로 조금씩 움직이면서 관찰한다.



[그림 4] Right parasternal long axis plane
A: Four chamber view. B: Left ventricular outflow view. LV: left ventricle (좌심실), LVW: left ventricular wall (좌심실벽), LA: left atrium (좌심방), RV: right ventricle (우심실), RA: right atrium (우심방), TV: tricuspid valve (삼천판), MV: mitral valve (이첨판), CH: chorda tendineae (심장 건삭), LC: left coronary cusp of the aortic valve (대동맥 판막의 관상 동맥부위), RPA: right pulmonary artery (우폐동맥), AO; aorta (대동맥), PM: papillary muscle (유두근).

Transducer가 위치하는 방향마다 관찰되는 심장 구조물이 달라지며, 심방과 심실의 위치나 모양도 다양하다.

때문에 관찰하고자하는 부위가 가장 잘 보일때 까지 움직이면서 검사를 한다.

일반적으로 심장 초음파 검사는 right parasternal plane에서 시작하여, left apical plane에서 검사한 다음 left caudal parasternal plane을 마지막으로 검사를 한다.

2.1 Right parasternal long axis view

초음파 beam을 신체의 종축으로 놓고 관찰하는 것으로 transducer의 중심을 시계방향으로 이동하거나 transducer의 각도를 약간씩 기울릴 때마다 관찰되는 부위가 조금씩 달라진다.

이때 cardiac apex (심실)은 왼쪽에 위치하게되고 cardiac base (심방)는 오른쪽에 위치하게된다.

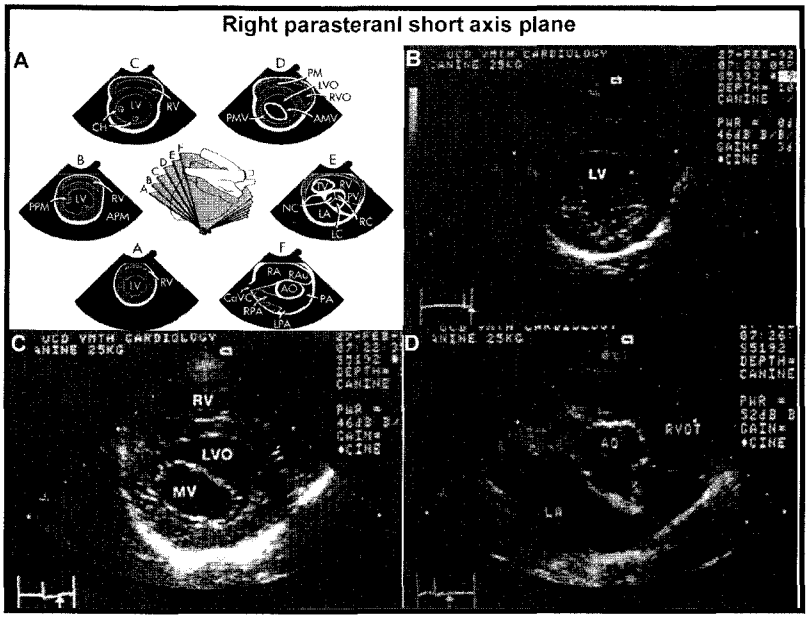
Four chamber view 에선 이첨판의 움직임을 관찰할 수 있고 (그림 4A), left ventricular

outflow view 에서는 aorta valve의 움직임을 관찰 할 수 있다. 이러한 plane을 이용하여 left ventricular outflow tract (이첨판), 대동맥 판막, 대동맥근 (aortic root)를 관찰할 수 있다 (그림 4B).

2.2 Right parasternal short axis view

Long axis view가 보이는 곳에서 transducer를 90도 회전하면 short axis view 를 볼 수 있다. 보다 정확하게 short axis view를 촬영하기위해선 좌심실이나 대동맥근 (aortic root)을 기준으로 하여 transducer의 각도를 심첨 (apex)에서 심저부 (base)로 적절히 교정하면 다양한 심장내 구조물을 관찰할 수 있다 (그림 5A).

그림 5A에서 순서대로 보면 (A)는 심실의 심첨부, (B)는 심장의 유두근이 관찰되는 부위 (그림 5B) (C)는 심근 건삭이 관찰되는 부위, (D)는 이첨판이 관찰되는 부위 (그림 5 C), (E)는 관상동맥부위 (F)는 대동맥판막이 관찰되는 부위 (그림 5D)이다.



[그림 5] Right parasternal short axis plane

A: Transducer 의 각도 변화에 따른 다양한 short axis view (A) ventricular apex level (B) ventricular papillary muscle level (C) chorda tendineae level (D) mitral valve level (E) coronary artery level (F) aortic valve level.

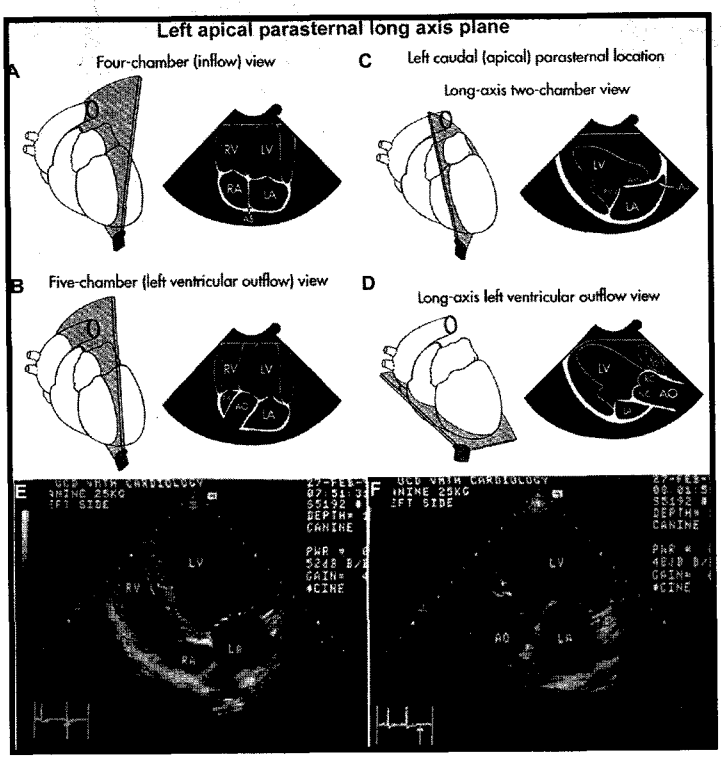
B: Right parasternal short axis plane, ventricular papillary muscle level. C: Right parasternal short axis plane, mitral valve level. D: Right parasternal short axis plane, aortic valve level.

LV: left ventricle (좌심실), LVW: left ventricular wall (좌심실벽), LA: left atrium (좌심방), RV: right ventricle (우심실), RA: right atrium (우심방), TV: tricuspid valve (삼첨판), MV: mitral valve (이첨판), CH: chorda tendineae (심장 건삭), LC: left coronary cusp of the aortic valve (대동맥 판막의 좌관상 동맥부위), RC: right coronary cusp of the aortic valve (대동맥 판막의 우관상 동맥부위), NC: noncoronary cusp of the aortic valve (대동맥 판막의 비관상 동맥부위) RPA: right pulmonary artery (우폐동맥), AO: aorta (대동맥), PM: papillary muscle (유두근), LVO: left ventricular outflow tract, RVO: right ventricular outflow tract, PMV: posterior mitral valve (후방 이첨판), AMV: anterior mitral valve (전방 이첨판), APM: anterior papillary muscle (전방 유두근), PPM: posterior papillary muscle (후방 유두근).

2.3 Left apical parasternal view

Two-chamber view는 좌심실, 좌심방과 이첨판을 보기위한 경우에 흔히 사용된다

(그림 6C). 여기서 transducer의 각도를 약간 아래로 하면, 좌심실의 outflow tract (대동맥)을 볼 수 있고 주로 도플러 촬영시 혈액의 흐름을 측정하는데 이용된다(그림 6D). 이때 좌심실의 심첨은 우측에서, 좌심방과 대동맥은 우측에서 관찰된다.



[그림 6] Left apical parasternal long axis plane
A: Four-chamber view. B: Five-chamber view. C: Two chamber view. D: Ventricular outflow view. E: Left apical long axis plane, four-chamber view. F: Left apical long axis plane, five-chamber view.
LV: left ventricle (좌심실), LVW: left ventricular wall (좌심실벽), LA: left atrium (좌심방), RV: right ventricle (우심실), RA: right atrium (우심방), TV: tricuspid valve (삼천판), MV: mitral valve (이첨판), LC: left coronary cusp of the aortic valve (대동맥 판막의 좌관상 동맥부위), RC: right coronary cusp of the aortic valve (대동맥 판막의 우관상 동맥부위), NC: noncoronary cusp of the aortic valve (대동맥 판막의 비관상 동맥부위) AO: aorta (대동맥).

Four-chamber view는 동물마다 약간씩 모양에 차이가 있으며, 주로 좌심방과 심실 그리고 우심방과 우심실을 보기위한 촬영법이다 (그림 6A&E). 이때 좌측심(좌심실, 좌심방, 이첨판)은 우측에서 관찰되고 우측심 (우심실, 우심방, 삼첨판)은 좌측에서 관찰된다.

여기서 transducer의 방향을 약간 움직이면 대동맥을 볼 수 있는 five-chamber view가 된다 (그림 6B&F).

2.4 Left cranial parasternal axis view

Right parasternal axis plane 처럼, 초음파 beam을 신체의 종축으로 놓고 관찰하며 좌측심은 좌측에서 대동맥은 우측에서 관찰된다.

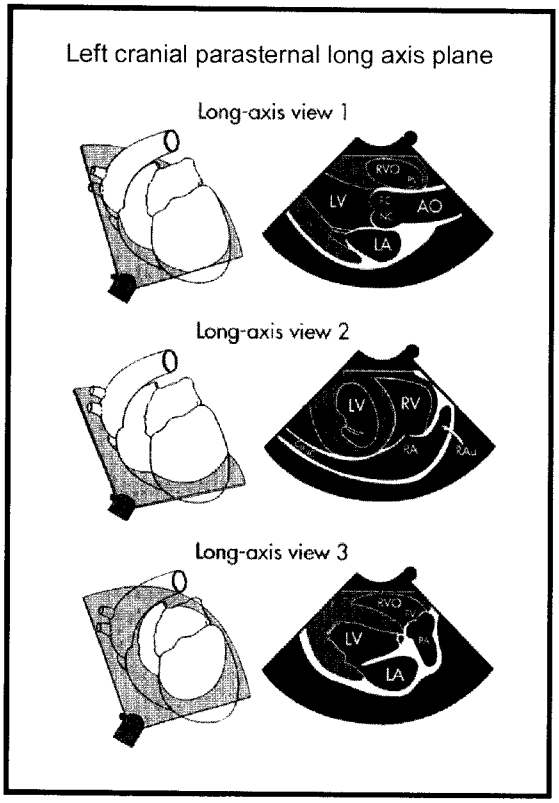
이러한 plane에서는 left apical plane에 비해 이첨판, 대동맥판 및 상행성 대동맥이 더 잘 보인다.

여기서 대동맥을 향해 약간 복측으로 이동하면 좌심실, 우심방, 삼첨판등을 볼 수 있다.

반대로 여기서 배측으로 각도를 조절하면 우심실의 outflow tract, 폐동맥 판막 및 폐동맥등을 볼 수 있다 (그림 7).

Right parasternal axis plane 처럼, long axis view가 보이는 곳에서 transducer를 90도 회전하면 short axis view를 볼 수 있다.

Transducer의 위치와 각도를 조금씩 이동할때마다 여러가지 심장 구조물을 볼 수 있으나, 임상에서 right parasternal plane에서 볼 수 있는 영상과 커다란 차이는 없다.



[그림 7] Left cranial parasternal long axis plane
Transducer 의 각도 변화에 따른 다양한 long axis view.
LV: left ventricle (좌심실), LA: left atrium (좌심방), RV: right ventricle (우심실), RA: right atrium (우심방), LC: left coronary cusp of the aortic valve (대동맥 판막의 좌관상 동맥부위), RC: right coronary cusp of the aortic valve (대동맥 판막의 우관상 동맥부위), AO: aorta (대동맥), RVO: right ventricular outflow tract, RAu: right auricle, PA: pulmonary artery (폐동맥).

3. M-mode echocardiography

M-mode (motion mode)는 하나의 crystal에서 beam를 수직으로 투과하여 촬영하는 방법으로 일명 ice-pick view라고도한다.

또한 M-mode는 sampling 속도가 빨라서 (영상을 읽는 시간당 frame 수가 훨씬 많다) 훨씬 깨끗하고 명확한 영상을 보여준다. Transducer를 어느한 위치에 고정하여 심장 주기를 모두 촬영하므로써 심장의 chamber size, 심실벽의 두께, 심실이나 중격의 움직임, 판막의 움직임과 대형 혈관 (예;대동맥)의 직경을 측정할 수 있다. 이때 M-mode상에서 종축은 심장을 가로질러 각 부위별 구조물 (깊이)을 보여주고, 횡축은 심장 주기에 따른 변화 (시간)을 보여준다 (그림 8).

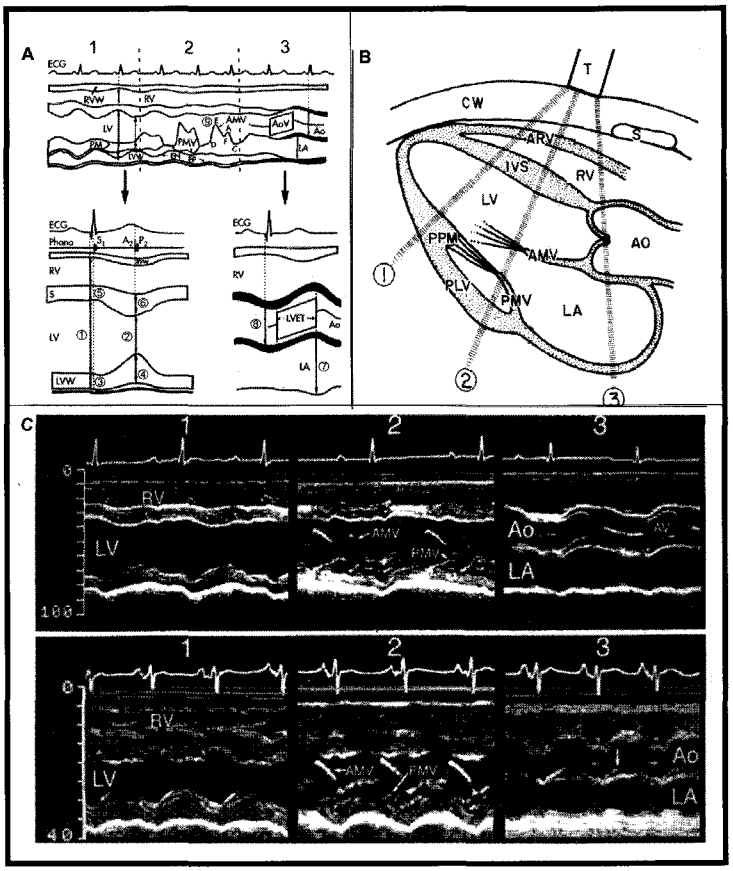
이러한 원리를 이용하여 심장내 구조물의 길이를 초음파 기계에 내장된 electronic caliper를 이용하여 측정할 수 있다.

M-mode상의 길이를 측정하는 것은 사용자의 숙련도에 따라 많이 차이가 나는데 이러한 variation을 최소화하기 위해선 beam을 적절한 위치에서 일정한 방법으로 실시하도록 노력해야 한다. M-mode의 가장 큰 단점은 항상 일정하고 정확한 부위에서 beam의 중심을 맞추기가 힘들다는 점이다.

M-mode가 일반적으로 심장내 구조물의 직경을 측정하는데 이용하므로 이러한 점은 커다란 오류를 유도할 수 있다.

때문에 최신 기종의 초음파 기계는 2-D mode와 M-mode를 동시에 볼 수 있는 duplex 유형이 많다. 2-D상에서 관찰할 부위를 확인

하고 바로 M-mode를 보게되면 이러한 오류를 방지할수있다.



[그림 8] M-mode echocardiography (Right parasternal short axis plane)

A: M-mode echocardiography 의 부위별 모식도와 심장 내부 구조물의 측정 Cardiac measurement: (1) LIVDd (2) LIVDs (3) LVWd (4) LVWs (5) IVSd (6) IVSs (7) Ao (8) LA (9) EPSS: 표1를 참조하라. B: M-mode echocardiography의 올바른 beam의 위치 C: Beam 의 위치에 따른 실제 M-mode echocardiogram. 상단: 정상적인 개의 M-mode echocardiogram. 하단: 정상적인 고양이의 M-mode echocardiogram

LV: left ventricle (좌심실), LVW: left ventricular wall (좌심실벽), LA: left atrium (좌심방), RV: right ventricle (우심실), RVW: right ventricular wall (우심실벽), RA: right atrium (우심방), LV: left ventricle (좌심실), PMV: posterior mitral valve (후방 이첨판), AMV: anterior mitral valve (전방 이첨판), AO; aorta (대동맥), PM: papillary muscle (유두근), IVS: interventricular septum (심실간 중격), 화살표: 대동맥 판막.

M-mode촬영은 right parasternal plane 에서만 실시하며, transducer에서 가까운 곳에서 부터 우심실벽, 우심실강, 중격, 좌심실강, 좌실실벽, 심낭 순서로 관찰된다. 때로 심장의 유두근이 좌심실벽과 겹쳐보이면 마치 심장이 비대된 것처럼 보이기도 한다

심장의 수축기에는 심실간 중격과 좌심실간의 사이가 줄어들며 심장의 이완기때는 심실간 중격과 좌심실간의 사이가 벌어진다 (그림 8A). M-mode는 transducer가 위치하는 부위에 따라 다양한 심장 구조물의 길이를 측정할 수 있고 이를 이용하여 심장의 해부학적 변화와 이에 따른 기능 변화를 예측할 수 있다.

다음은 transducer의 위치에 따른M-mode상의 특징을 요약한 것이다.

3.1 Left ventricle level (그림 8C-1)

Transducer를 right parasternal short axis (chordae tendineae level)로 위치하고 M-mode 로 전환한다. 심장 구조물에 대한 측정은 QRS파가 시작되는 포인트에서 LVIDd (left ventricular end diastolic diameter; 좌심실의

[표1] 개와 고양이의 심장 초음파상의 정상 범위

체중(Kg)	LVIDd	LVIDs	LVWd	LVWs	IVSd	IVSs	Ao	LA
3	24.6	13.6	5.0	7.2	5.8	9.8	13.8	12.7
5	27.4	16.0	5.4	7.9	6.2	10.2	15.3	14.0
10	30.0	17.9	5.7	8.4	6.5	10.4	16.4	15.0
15	32.7	20.6	6.2	9.2	7.0	10.9	18.1	16.3
20	37.1	24.3	6.8	10.2	7.6	11.5	20.4	18.3
25	41.4	28.0	7.4	11.3	8.2	12.3	22.8	20.2
30	44.8	31.0	7.9	12.1	8.7	13.0	24.6	21.8
35	48.3	33.9	8.4	13.0	9.2	13.9	26.4	23.3
40	51.7	36.9	8.9	13.8	9.7	14.6	28.3	24.8
45	54.8	39.6	9.3	14.5	10.2	15.4	30.0	26.2
50	60.7	44.6	10.2	16.0	11.0	-	33.1	28.8
고양이	15.9	8.0	3.3	6.8	3.1	5.8	9.5	12.3

단위: (mm)
개에서 정상적인 FS는 28-40%, 정상 EPSS의 범위는 < 5-6 mm.
고양이에서 정상적인 FS는 34-55%, 정상 EPSS의 범위는 < 2-4 mm.
LVIDd: Left ventricular diameter at end diastole (좌심실의 이완기 말기 직경). LVIDs: Left ventricular diameter at end systole (좌심실의 수축기 말기 직경). LVWd: Left ventricular wall thickness at end diastole (좌심실벽의 이완기 말기 직경). LVWs: Left ventricular wall thickness at end systole (좌심실벽의 수축기 말기 직경). IVSd:Interventricular septum thickness in diastole (이완기때 심실간 중격의 두께). IVSs:Interventricular septum thickness in diastole (수축기때 심실간 중격의 두께). FS: Fractional shortening. EPSS: E-point-to-septal separation (이첨판의 E-point 에서 부터 중격간 거리). Ao:Aortic diameter (대동맥 직경). LA:Left atrium diameter (좌심방 직경).

이완기 직경)와 RVIDd (right ventricular end diastolic diameter)를 측정하며 T파가 끝나는 부위에서 (심실간 중격이의 움직임이 가장 크게 보이는 부위) LVIDs (left ventricular end systolic diameter)과 RVIDs (right ventricular end systolic diameter)을 측정한다.

심벽의 두께를 측정하는 방법은 leading edge method (transducerd에서 가장 가까운 부위에서 부터 두께를 재는 방법)을 이용하여 심낭막이나 심실내막의 두께 변동이 가장 적게 일어나는 부위를 setting한후 cavity의 두께와 심실의 두께를 측정한다. Fractional shortening (FS)란 심실의 수축력을 측정하기 위한 검사 단위로 심장의 preload (심실벽의 신장 능력)나 afterload (동맥계 혈관의 신장 능력)에 따라 그 수치가 달라진다. 통상 좌심실의 이완기때 직경 (LVIDd)에서 좌심실의 수축기때 직경 (LVIDs)을 뺀후 이 수치를 LVIDd로 나누고 백분율을 해서 값을 구할 수 있다. 통상 개는 정상적으로 28~40%정도이고, 고양이는 34~55%이다. 수치가 낮아지면 심실 수축 능력의 감소 (심실의 비대)를 의미한다.

3.2 Right ventricle level

통상 동물에서는 우심실벽의 심외막 (심낭)면과 심내막면이 불명확하므로 진단에 이용하지 않는다.
때문에 우심실의 벽에대한 측정은 two dimensional echocardiogram에서 실시하는 경우가 많다.

3.3 Mitral valve level (그림 8C-2)

Transducer를 right parasternal short axis (mitral valve level)로 위치하고 M-mode 로 전환한다. 통상, 전방 이첨판은 'M' 자 모양이고 후방 이첨판은 'W'자 모양이다.

그림8A를 보면 전방 이첨판은 움직임에 따라 각각 D-point, E-point, F-point, A-point, C-point로 나누는데 이는 이첨판 질환을 진단하는데 중요한 진단적 지시계가 된다. D-point는 이첨판의 판막이 수축기성 패쇄가 일어난 point 이고, E-point는 심장 수축으로 혈액이 들어와 판막이 최대로 열리는 부위 (early diastolic valve opening)이며 심실의 확장 능력을 알아볼 수 있는 척도로 volume overload 가 일어나면 EPSS (E-point to septal separation; 심실간 중격에서 E-point까지 거리)가 6mm 이상으로 늘어난다.

F-point는 판막이 점진적으로 닫쳐가는 시기로 때로 F-slope라고도한다.

통상 이첨판의 패쇄부전이 있을 경우 (판막의 비후나 운동성 감소로), F-slope의 경사가 작아진다. A-point는 심방의 수축에 의해 이첨판의 판막이 다시 열리는 시기로 심장 이완기 말기 상태를 의미한다.

C-point는 이첨판의 판막이 심실 수축기 개시를 위해 폐쇄되는 상태를 말한다.

통상 D-point에서 C-point까지는 심장 주기와 일치한다. 이첨판의 판막이 조기에 패쇄가 일어날 경우, A-point와 C-point사이에서 notch가 형성되는데 이를 'B' shoulder 또는 'B' notch 라고한다. 이는 높아진 심실 이완기압를 나타내는 것으로 심실벽이 신장 능력이 그 만큼 떨어져 있음을 나타낸다 (ventricular stiffness). 이러한 소견은 이첨판 패쇄부전증에 의한 좌심실 비대시 흔히 볼 수 있다.

만약 이첨판이 심하게 움직이면 (fluttering) 이는 대동맥 판막장애에 의해 혈액이 역류되어 좌심실 내 혈액흐름에 이상이 생겨서 이첨판의 판막 움직임이 교란되어 발생한것이다.

3.4 Aortic valve level (그림 8C-3)

Transducer를 right parasternal short axis (aortic valve level)로 위치하고 M-mode 로 전환한다. 대동맥 판막이 조기 패쇄가 일어나거나 fluttering이 관찰되면 폐쇄성 심근 비대증이나 대동맥하 패쇄 부전증을 의심할 수 있다.

또한 대동맥 판막이 점진적으로 조기 패쇄가 일어나면 이첨판 역류에 의한 혈행 장애를 의심하거나 심박출량을 감소시키는 질환을 의심할 수 있다.

3.5 Aortic root level

Transducer를 right parasternal short/long axis (aortic root level)로 위치하고 M-mode로 전환한다. 심장내 구조물의 측정은 심실 이완기때 (QRS 가 시작하는 곳) 양쪽 대동맥 판막이 모두 확인이 되는 부위에서 실시한다.

대동맥의 수축기때 움직임이 감소하면 심박출양 (stroke volume)의 감소를 의미한다.

좌심방의 두께를 측정할 수 있는데 반드시 수축기 말기에 측정하여야하며, 이때 대동맥의 두께도 동시에 측정한다. 또한 좌심방과 대동맥의 직경을 측정할 수 있으며, 이러한 검사는 좌심방의 확장을 진단하는데 아주 유용하다.

통상 정상적인 좌심방대 대동맥 비율 (LA:Ao ratio)은 0.8-1.2정도이며, 만약 심방이 확장되면 이러한 비율이 증가한다.

※ 지금까지 초음파의 기계적 원리와 심장 초음파에 적용되는 2-D echocardiography (B-mode)와 M-mode echocardiography에 대해 알아보았다. 다음호에는 심장 초음파 진단에 이용되는 M-mode를 이용한 cardiac measurement (심장내 구조물에 대한 측정 방법)와 그밖의 초음파 기법인 doppler echocardiography와 bubble를 이용한 contrast echocardiography에 대해 알아보겠다.

참고문헌

1. Feigenbaum H: Echocardiography. 4th eds Philadelphia, 1986, Lea & Febiger
2. Jacobs GJ, Knight DH: Changes in M-mode echocardiographic values in cats given ketamine, Am J Vet Res 46:1712, 1985.
3. Moise NS: Echocardiography. In Fox PR, ed: Canine and feline cardiology, Newyork, 1988, Churchill Livingstone.
4. Bonagura JD, O'Grady MR, Hering DS: Echocardiography: principles of interpretation, Vet Clin North Am Small Anim Pract 15:1177, 1985
5. Thomas WP: Two-dimensional, real-time echocardiography in the dog, Vet Radiol 25:50, 1984.
6. O'Grady MR, Bonagura JD, Poweras JD et al: Quantitative cross sectional echocardiography in the normal dog, Vet radiol 27:34, 1986.
7. Thomas WP, Gaber CE, Jacobs GJ et al: Recommendation for standards in transthoracic echocardiography in dogs and cats, J Vet Intern Med 7:247, 1993.
8. Schiller NB, Shah PM, Crawford M: Recommendations for quantitation of the left ventricle by two-dimensional echocardiography, J Am Soc Echorcardiogr 2:358, 1989.
9. Lombard CW: Normal values of the canine M-mode echocardiogram, Am J Vet Res 45:2015, 1984.
10. Boon JA, Wingfield WE, Miller CW: Echocardiographic indices in the normal dog, Vet Radiol 24:214, 1983.
11. Sorderberg Sf, Boon JA, Wingfiled WE et al: M-mode echocardiography as a diagnostic aid for feline cardiomyopathy, Vet radiol 24:66, 1983.
12. DeMadron E: Update on normal M-mode echocardiographic values in the dog, Pract Med Chir Anim Comp 30:647, 1995.
13. Kittleson MD, Kienle RD: Small animal cardiovascular medicine, Newyork 1998, Mosby.
14. Kienle RD, Thomas WP: Echocardiography. In Nyland T, Mattoon J, eds: Vetrinary diagnostic ultrasound, Philadelphia, 1995, WB Saunders.