

조직등가팬텀을 이용한 임상초음파 영상의 질에 관한 연구 - 제주도 내 병원을 중심으로 -

- A Study on the Quality of Image of Ultrasound Using the Tissue-mimicking Phantom (in some hospitals jeju province) -

제주한라대학 방사선과

양정화·이경성

- 국문초록 -

초음파 영상의 질은 진단에 많은 영향을 끼친다. 양질의 영상이 항상 일정하게 유지되기 위해서는 QA (Quality Assurance) 프로그램을 가지고 주기적인 관리가 이루어져야 할 것이다. 본 논문은 임상에서의 QA 상황을 파악하는 첫 번째 단계로 실제 병원의 초음파 영상의 질을 살펴보고자 하였다.

이를 위해 인간의 생체등가물질로 된 팬텀을 이용하여 정상 환자를 스캔할 때와 같은 기준 값에서 가상의 낭포 및 고반사 신호의 구조물들이 몇 개가 보이는지 convex probe와 linear probe를 측정하여 비교하였다. convex probe에서는 정상 간과 비슷한 0.5 dB에서 vertical group, cystic masses, high contrast masses에서는 대부분 잘 보였으며 지방간과 비슷한 조건인 0.7 dB에서는 vertical group이 중간레벨에서, cystic masses와 high contrast masses에서는 대체로 모두 잘 보였다. linear probe에서의 vertical group은 0.5 dB에서 중간레벨만 잘 보였고 cystic masses와 high contrast masses는 두 개에서 네 개 보이는 것들이 고루 분포되었으나 하나도 보이는 않는 경우가 11건수나 되었다. 0.7 dB에서는 vertical group이 6개 이하가 보이는 것이 대부분 이었고 cystic masses와 high contrast masses에서도 두개에서 네 개 보이는 것들이 고루 분포되었고 하나도 보이는 않는 경우도 40건 있었다. 이로서 지방간과 같은 조건하에서는 linear probe의 영상의 질이 대체로 좋지 않으므로 기준 설정 및 물리적인 조건들을 검사 시에 잘 조정하거나 probe의 교체가 필요하다고 판단된다.

많은 병원에서 초음파 장비를 잘 관리하고 있다고 하지만, 영상의 질은 아직도 미흡한 것을 알 수 있다. 초음파 장비의 설치에서부터 영상의 질을 평가하고 지속적이고 정기적인 관리와 평가가 이루어질 수 있는 프로그램이 필요하겠다.

중심 단어: 초음파, QA, 팬텀

* 이 논문은 2006년 5월 29일 접수되어 2006년 6월 8일 채택 됨.

책임저자: 양정화, (690-708) 제주도 제주시 노형동 1534번지
제주한라대학 방사선과
TEL: 064-741-7627, FAX: 064-747-3989
E-mail: justine87@hc.ac.kr

I. 서 론

초음파 영상의 질은 진단에 많은 영향을 끼친다. 양질의 영상이 항상 일정하게 유지되기 위해서는 QA(Quality Assurance) 프로그램을 가지고 주기적인 관리가 이루어져야 할 것이다. 정기적이고 단계적인 QA 작업은 장비의 질 저하나 일반적인 노화로 생기는 여러 가지 변화들을 사전에 검출하여 개선 보완할 수 있다. 이러한 작업의 진행은 양질의 영상 제공으로 인한 진료의 질 향상뿐만 아니라, 장비 고장의 사전예방 및 수리비용 절감, 검사 소요시간이나 불필요한 재검사를 줄일 수 있다.^{1,2,3)}

일반적으로 초음파 장비의 QA 프로그램은 장비 기술자에 의한 기기점검과 초음파사가 영상관리 QA 팬텀을 사용하여 초음파 장비의 성능이 원하는 수준으로 동작하고 있는지를 확인하는 작업으로 이루어진다. 이를 통해 부정확한 영상의 원인이 되는 장비의 성능변화를 인지하고 장비의 민감도와 일관성, 균일성에 대한 평가 및 수직과 수평 거리측정의 정확도 등을 알 수 있게 된다.^{4,5,6)}

영상관리 QA 팬텀은 생체 연부조직과 음파의 전파특성이 동일((tissue-equivalent)하며 내부에는 적당한 위치에 가상의 낭포(cystic mass), 고반사 신호의 구조물(high contrast masses) 등이 포함되어 있어 있는 기구이다.^{7,8,9,10)} 이를 가지고 여러 가지 평가 항목에 따라 생체조직 전파 특성과 같은 상황에서 평가를 하게 된다. 초음파 장비의 성능을 최적화하고 영상의 질을 일정하게 유지하기 위해서는 QA(Quality Assurance) 활동이 필요하다.

본 논문은 임상에서의 QA 상황을 파악하는 첫 번째 단계로 영상관리 QA 팬텀을 이용하여 실제 병원의 초음파 영상의 질을 살펴보았다. 평가의 기준은 정상 환자를 스캔할 때와 같은 기준 값에서 가상의 낭포 및 고반사 신호의 구조물들이 몇 개가 보이는지 convex probe와 linear probe를 측정하여 비교하였다. 영상 실태 파악은 병원에서 진행하여야 되는 QA 프로그램의 최소한의 기준점을 제공하는데 기초 자료가 될 것이기 때문이다.

II. 대상 및 방법

2006년 2월에서 5월까지 약 3개월간 제주도 내의 의원, 병원, 종합병원 등 19곳을 직접 방문하여 초음파장비 47대를 대상으로 영상화 팬텀을 이용하여 측정하고 QA 결과를 비교하였다.

병원에서 사용하는 초음파 장비는 Medison사의 Sonoace 6000, Solidux EX, SA9900, Sonoace5500, Sonoace 6600, SA6000 II-EX, 128BW Prime, GAIA MT의 Linear probe, Convex probe와 GE사의 Proseries200, Logiq book XP, Logiq400, Logiq5, Logiq7, Logiq9 및 Volusion 730pro로 각 장비들의 Linear와 Convex probe를 검사하였다.

사용된 영상화 팬텀은 미국 CIRS사의 Model 040SS General Purpose Multi-Tissue Ultrasound Phantom으로 1/4"의 Black ABS Plastic으로 표면은 Saran-based laminate로 싸여져 전 부피에 걸쳐 균일하게 섞여 있는 젤라틴 용액으로 구성되어 있고 가운데가 0.5 dB과 0.7 dB의 감약으로 나뉘어져 있고 팬텀 안에는 스테인레스 철 0.075 mm의 diameter로 wire target의 정확도 ± 0.2 mm로 되어 있다. 0.7 dB의 감약은 감쇠계수가 정상 간 조직보다 투과하기 힘든 지방간 정도의 예로서 평가된다(Fig. 1).

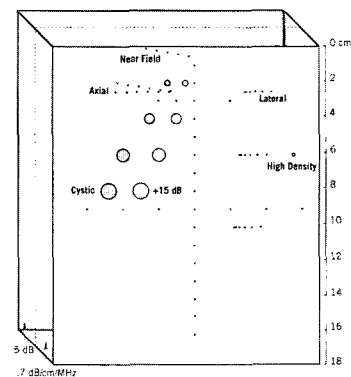


Fig. 1. Specifications of Phantom

검사방법은 팬텀을 청결하게 하고 평평한 곳에 두어 scan 표면에 gel를 적절히 도포하고 정상 간을 scan할 때와 같이 기준 값을 설정하기 위해 TGC(시간보정장치)와 Gain 및 장비 setting 값을 QA 기록지에 기록하고 향후 같은 조건에서 시행할 수 있도록 QA 기록지에 주기적으로 기록하며 각 항목을 스캔시 0.5 dB과 0.7 dB를 각각 비교하여 측정하였다.

여러 항목 중 측정하여 비교한 항목은 Vertical group의 target(15)이 몇 개 보이는지 측정하고 Cystic masses (2 mm, 4 mm, 6 mm, 8 mm)가 몇 개 보이는지, High contrast masses(2 mm, 4 mm, 6 mm, 8 mm)가 몇 개 보이는지 측정하여 비교하였다(Fig. 2-5).

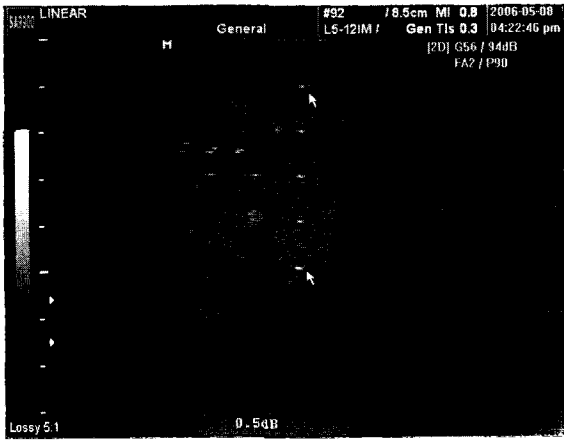


Fig. 2. Vertical Group of Linear Probe

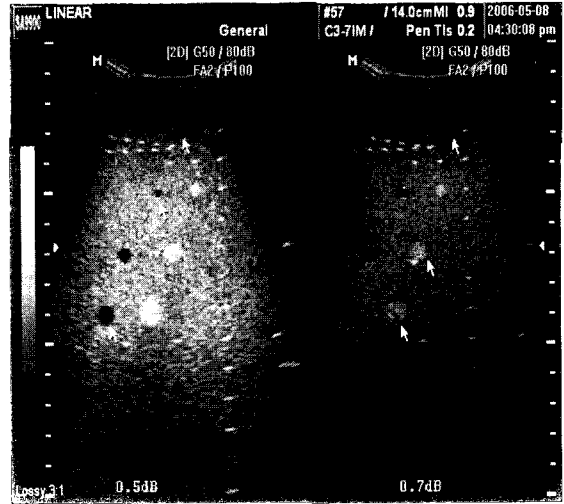


Fig. 5. Cystic & High Contrast Masses of Convex Probe

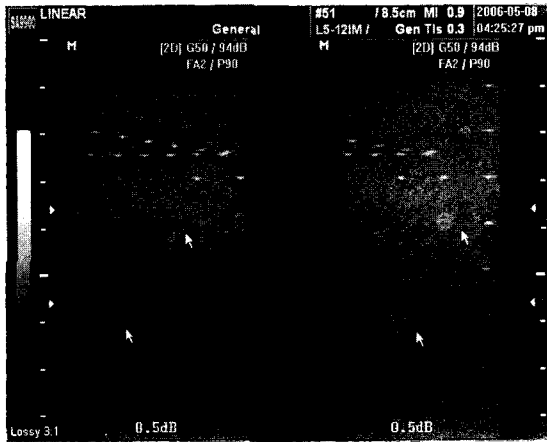


Fig. 3. Cystic & High Contrast Masses of Linear Probe

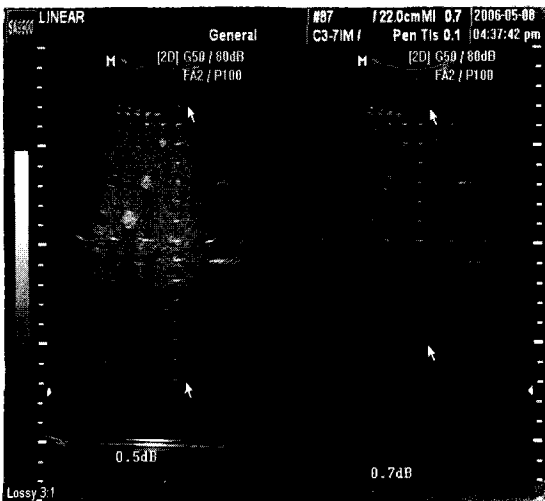


Fig. 4. Vertical Group of Convex Probe

III. 결과 및 고찰

1. 검사한 곳은 의원, 병원, 학교 등 총 48곳의 probe를 대상으로 하여 산부인과는 convex 9개, linear 3개, 내과는 convex 5개, linear 6개, 방사선과는 convex 7개, linear 7개, 여성외과, 통증의학과, 정형외과 등의 외과는 convex 2개, linear 3개였고 학교는 convex 3개, linear 3개를 검사하였다.

2. 대상 기종은 Medison사의 SA9900 convex probe 2개, linear probe 1개, Sonoace6600 convex probe 1개, linear probe 1개, Sonoace6000 convex probe 6개, linear probe 4개, Sonoace6000 convex probe 1개, linear probe 1개, Sonoace6000 II-EX convex probe 1개, linear probe 1개, Solidux EX convex probe 1개, linear probe 1개, 128BW Pime convex probe 2개, linear probe 2개, GAIA MT convex probe 2개, linear probe 1개, Sonoace5500 convex probe 2개, linear probe 2개를 주파수별로 나누어 일반, 낮은 것, 높은 것으로 설정한 후 각각의 항목을 측정하였다(Table 1).

GE사의 Proseries200 convex probe 3개, linear probe 2개, Logiq book XP linear probe 1개, Logiq400 linear probe 1개, Logiq5 convex probe 1개, linear probe 1개, Logiq7 convex probe 2개, linear probe 2개, Logiq9 convex probe 2개, linear probe 2개, Volusion 730pro의 convex probe 1개를 주파수별로 나누어 일반, 낮은 것, 높은 것으로 설정한 후 각각의 항

Table 1. Distributions of the Medison Probes

Instrument (Medison)	Probe		Frequency (low)	Frequency (general)	Frequency (high)
Sonoace 9900	convex	2	2	2	2
	linear	1	1	1	1
Sonoace 6600	convex	1	1	1	1
	linear	1	1	1	1
Sonoace 6000	convex	6	6	6	6
	linear	4	4	4	4
Sonoace II	convex	1	1	1	1
	linear	1	1	1	1
Solidux Ex	convex	1	1	1	1
	linear	1	1	1	1
Prime	convex	2	2	2	2
	linear	2	2	2	2
GAIA	convex	2	2	2	2
	linear	1	1	1	1
Sonoace 5500	convex	2	2	2	2
	linear	2	2	2	2
Total	convex	17	17	17	17
	linear	13	13	13	13

Table 2. Distributions of the GE Probes

Instrument (GE)	Probe		Frequency (low)	Frequency (general)	Frequency (high)
Logiq book	convex	0	0	0	0
	linear	1	0	1	1
Proseries 200	convex	3	0	3	2
	linear	2	1	2	1
Proseries 400	convex	0	0	0	0
	linear	1	0	1	0
Proseries 5	convex	1	1	1	1
	linear	1	1	1	0
Proseries 7	convex	2	2	2	2
	linear	2	2	2	2
Proseries 9	convex	2	2	2	2
	linear	2	2	2	2
730 Volusion	convex	1	1	1	1
	linear	0	0	0	0
Total	convex	9	6	9	8
	linear	9	6	9	6

Table 3. Distributions of Frequency

	Frequency (low)	Frequency (general)	Frequency (high)
convex	23	26	25
linear	19	22	19

Table 4. Comparisons of Vertical group on Convex Probe

	convex probe(vertical group)			
	Number of targets	Frequency (low)	Frequency (general)	Frequency (high)
0.5 dB	15	10	10	8
	14	4	5	3
	13	1	4	2
	12	4		1
	11	2	5	7
	10	2		3
	9		1	1
	8			
	7			
	6			
	5			
	4		1	
	3			
	2			
	1			
0				
0.7 dB	15			
	14			
	13	1		
	12			
	11	1	5	2
	10	11	9	7
	9	5	3	5
	8	3	3	4
	7	1	3	
	6			4
	5		1	
	4		1	2
	3	1	1	
	2			1
	1			
0				

목을 측정하고, 이 중에서 Logiq book XP의 linear probe는 주파수를 일반과 높은 것으로, Proseries 200의 convex probe는 주파수를 일반과 높은 것으로, Logiq5의 linear probe는 주파수를 일반과 낮은 것으로 설정한 것을 측정하였다(Table 2).

Table 5. Comparisons of Vertical group on Linear Probe

	linear probe(vertical group)			
	Number of targets	Frequency (low)	Frequency (general)	Frequency (high)
0.5 dB	15		1	
	14	1		
	13			
	12			
	11			1
	10			
	9			
	8			
	7	6	5	2
	6	5	2	2
	5	4	1	3
	4	2	8	7
	3	1	3	2
2				
1			2	
0				
0.7 dB	15			
	14			
	13			
	12			
	11		1	
	10	1		
	9			
	8			1
	7			
	6	2	1	1
	5	2	2	1
	4	9	6	5
	3	4	9	7
2		3	2	
1	1		2	
0				

Medison사의 convex probe 17개, linear probe 13개, GE사의 convex probe 9개, linear probe 9개를 이용하여 측정하였다. 그래서 총 두 회사의 convex probe는 주파수 일반이 26개, 주파수 낮은 것이 23개, 주파수 높은 것이 25개였고, linear probe는 주파수 일반이 22개, 주파수 낮은 것이 19개, 주파수 높은 것이 19개였다(Table 3).

3. 총 15개의 vertical group이 보이는 convex probe는 0.5 dB에서는 주파수별로 낮은 것은 10개, 일반은 10개, 높은 것은 8개였고 일반에서 4개만 보이는 것이 있었다. 0.7 dB에서는 15개나 14개의 vertical group이 보이는 것은 없었고 7개에서 11개가 보이는 것이 일반적이었으며 하나도 보이지 않는 것은 없었다(Table 4).

linear probe의 경우에는 0.5 dB에서 주파수 낮은 것에서 14개의 group이 보이는 것은 1개, 주파수 일반에서 15개 보이는 것이 1개, 주파수 높은 것에서 11개가 보이는 것이 1개였고 대부분은 7개에서 3개가 보이는 것이 일반적이었으며 주파수 낮은 것과 일반에서는 group이 하나도 보이지 않는 것은 없었으며 주파수 높은 것에서 1개만 보이는 것이 두개였다. 그리고 0.7 dB에서는 주파수별로 15개에서 12개를 보이는 것은 모두 없었고 주파수 낮은 것에서 10개를 보이는 것이 1개, 주파수 일반이 11개를 보이는 것이 1개, 주파수 높은 곳에서는 8개가 보이는 것이 1개였고 대부분은 6개에서 2개를 보이고 하나도 보이지 않는 group은 없었다(Table 5).

4. 2 mm, 4 mm, 6 mm, 8 mm의 cystic masses가 보이는 convex probe는 0.5 dB에서는 주파수 일반에서 22

Table 6. Comparisons of Cystic masses on Convex Probe

	convex probe(cystic masses)			
	Diameters (mm)	Frequency (low)	Frequency (general)	Frequency (high)
0.5dB	2 4 6 8	20	22	19
	2 4 6	3	3	6
	2 4		1	0
	2			
	0			
0.7dB	2 4 6 8	16	12	9
	2 4 6	2	3	7
	2 4	3	5	4
	2			
	0	2	6	5

Table 7. Comparisons of Cystic masses on Linear Probe

	linear probe(cystic masses)			
	Diameters (mm)	Frequency (low)	Frequency (general)	Frequency (high)
0.5 dB	2 4 6 8	7	4	2
	2 4 6	5	7	6
	2 4	6	8	7
	2			
0.7 dB	0	1	2	4
	2 4 6 8	3	3	2
	2 4 6	4	2	2
	2 4	4	6	6
	2			
	0	8	22	9

Table 9. Comparisons of High Contrast Masses on Linear Probe

	linear probe(high contrast masses)			
	Diameters (mm)	Frequency (low)	Frequency (general)	Frequency (high)
0.5 dB	2 4 6 8	8	3	4
	2 4 6	6	10	6
	2 4	5	7	7
	2			
0.7 dB	0		2	2
	2 4 6 8	3	2	2
	2 4 6	3	2	3
	2 4	5	8	4
	2			
	0	8	10	9

Table 8. Comparisons of High Contrast Masses on Convex Probe

	convex probe(high contrast masses)			
	Diameters (mm)	Frequency (low)	Frequency (general)	Frequency (high)
0.5 dB	2 4 6 8	22	25	23
	2 4 6	1	1	2
	2 4			
	2			
0.7 dB	0			
	2 4 6 8	22	17	17
	2 4 6		4	5
	2 4			
	2			
	0	1	5	3

V. 결론

초음파 영상의 질은 진단에 많은 영향을 끼친다. 양질의 초음파 검사가 시행되기 위해서는 최상의 영상을 유지하고자 하는 노력이 선행되어야 한다. 양질의 영상이 항상 일정하게 유지되기 위해서는 QA 프로그램을 가지고 주기적인 관리가 이루어져야 할 것이다. 본 논문은 임상에서의 QA 상황을 파악하는 첫 번째 단계로 실제 병원의 초음파 영상의 질을 살펴보았다.

제주도 시내에 소재하고 있는 병의원 19곳을 방문하여 초음파 영상관리 QA 팬텀을 가지고 직접 영상을 파악하였다. convex와 linear probe 47대를 대상으로 낭포 및 고반사 신호 구조물들이 보이는 정도를 0.5 dB과 0.7 dB 일 때로 비교하여 분석하였다. 그 결과는 대체로 convex probe는 양호하게 나타났으나, 대부분의 linear probe는 그 구조물이 보이는 정도가 적어서 적극적인 QA 관리를 요하고 일부는 교체가 필요하다고 판단되었다.

초음파 영상의 질 평가는 회사나 기기의 종류별로 측정하는 항목과 기준이 다양하다. 이는 아직도 초음파 영상의 관리가 표준화되지 않았다는 의미도 될 수 있다. 대부분의 병의원에서는 일정 기준을 가지고 전문적으로 QA 작업이 진행된다고 생각되지 않는다. 그러므로 임상에서의 초음파 장비의 관리에 아직 미흡하다고 볼 수 있다. 실제로 임상에서의 상황은 QA 작업에 의한 객관적인 기준이 없이 초음파 장비가 관리됨으로서, probe element의 결손과 같은 큰 영상의 손상을 입었을 때에 이르러서

개, 낮은 것에서 20개, 높은 것에서는 19개였고, 0.7 dB에서는 모두 보인 예는 주파수 일반에서 12개, 낮은 것에서 16개, 높은 것에서 9였고, linear probe는 0.5 dB에서 모두 보인 예는 주파수 일반에서 4개, 낮은 것은 7개, 높은 것에서 2였고 하나도 보이지 않는 예도 총 7건수나 되었다(Table 6, 7).

5. 2 mm, 4 mm, 6 mm, 8 mm의 high contrast masses 가 보이는 convex probe는 0.5 dB에서 모두 보인 예는 주파수 일반에서 25개, 낮은 것에서 22개, 높은 것에서 23개였고, 0.7 dB에서는 주파수 일반이 17개, 낮은 것이 22개, 높은 것이 17개였고 하나도 보이지 않은 예는 총 9 건수였다(Table 8, 9).

야 기기회사에 고장 수리를 의뢰하여 교체하게 되는 경우가 많다. 이는 환자의 진료 서비스 측면에서 바람직하지 않은 것으로 임상 환경 개선이 필요하다고 할 수 있다.

그러므로 임상에서 사용하기 편리한 QA 프로그램이나 평가기법의 개발과 관리 기준을 제시하는 일이 필요하다고 할 수 있다. 나아가서는 이러한 작업의 진행으로 객관적인 표준화 방법이 만들어진다면 법적인 최소기준도 이를 수 있다고 본다. 효율적이고 체계적으로 관리할 수 있는 QA 방법의 수행은 초음파 장비의 성능을 최적으로 유지하게 함으로서 영상의 질 향상을 높여 초음파 검사의 신뢰도가 높아지고 궁극적으로는 환자 진료에 크게 기여할 것이다.

참 고 문 헌

1. American College of Radiology: Committee on Quality Assurance, A guide to continuous quality improvement in medical imaging, ACR, 1996.
2. Wayne R. Hedrick: Ultrasound physics and instrumentation, 280-300, 1995.
3. 최홍호: 의료 초음파 공학, 352, 2003.
4. Burwin: Ultrasound physics and instrumentation, 4-34, 1999.
5. James A. Zagzebski: Essentials of Ultrasound Physics, Mosby, 148-151, 1996.
6. 대한 방사선사협회연수원: 초음파연수과정, 203-225, 2003.
7. Sheila Hughes: Ultrasound physics and instrumentation, National certification examination review, 85-87, 2001.
8. Sidney. K Edelman: Understanding ultrasound physics, 218, 1997.
9. 마상철: Clinical evaluation and characteristic of U.S Q/A phantom for diagnosis, 대한방사선협회, 2005.
10. 진료영상학회연구회공저: 초음파 검사학, 99-101, 2003.

• Abstract

A Study on the Quality of Image of Ultrasound Using the Tissue-mimicking Phantom - in some hospitals jeju province

Jeong-Hwa Yang · Kyung-Sung Lee

Department of Radiotechnology, Cheju Halla College

In diagnostic ultrasound, the quality of image affect to diagnose. To maintain suboptimal imaging uniformly, Quality Assurance of Ultrasound equipment should take periodically. This is article about examination the quality of image in diagnostic ultrasound to understand conditions of probes in hospitals. There is comparative study of convex and linear probes on ultrasound using tissue-mimicking phantom included simulated cysts, echogenic structures. The ultrasonic attenuation coefficient versus frequency of 0.5 dB is representative of normal liver and 0.7 dB is representative of fatty liver condition in ultrasound phantom. There are results of convex probe, 0.5 dB, vertical group, cystic masses, high contrast masses are mostly shown but 0.7 dB, mid level in vertical group, cystic masses and high contrast masses are nearly visible.

In linear probe, 0.5 dB, mid level in vertical group, two or four of them are shown in cystic masses and high contrast masses but there are not visible in 11 of cases. 0.7 dB, there are mostly appear under 6 in vertical group, two or four of them show in cystic masses and high contrast masses and there are not shown in 40 of cases, besides.

Linear probes in fatty liver condition of ultrasound instrument are not good in the quality of image practically. So there needs to be replace and fix of probes. Actually management of ultrasound probes is inadequate in hospitals. So if there are program of evaluation to check probes periodically in hospitals from establishment of the ultrasound equipment, there will get better image and have a suitable condition of instruments further more.

Key Words: Ultrasound, QA, Phantom