

〈Original article〉

Performance Evaluation of Diagnostic Ultrasound Equipment Using the ATS-539 Phantom in Clinical and Educational Settings

Ji-Young Jin^{1,2)}·Sungchul Kim^{1,3)}

¹⁾Department of Health Science, Graduate School of Gachon University

²⁾First Goryeo Internal Medicine Clinic

³⁾Department of Radiological Science, Gachon University

Abstract This study aimed to evaluate the imaging performance of ultrasound systems in clinical and educational institutions using the ATS-539 phantom, and to analyze performance differences based on device usage duration and the presence of quality control. The study further highlights the need for standardized national quality control guidelines. From January to February 2023, a total of 41 ultrasound devices installed in medical facilities and university laboratories in the Seoul and Gyeonggi regions were evaluated. Eight image quality parameters were assessed using the ATS-539 phantom, with each parameter measured six times. Statistical analysis was conducted to determine differences based on institution type, usage period, and quality control implementation. Among the devices, 58.5% passed all performance criteria. Devices in medical institutions showed a significantly higher pass rate (75%) than those in educational institutions (42.8%) ($p < 0.05$). Devices with shorter usage periods demonstrated better performance ($p < 0.05$). Furthermore, systems with regular quality control showed a higher pass rate (83.3%) compared to those without (54.3%). The ATS-539 phantom is a reliable tool for objectively assessing ultrasound performance. Given that ultrasound units in educational settings are integral for basic training, regular performance evaluation and quality control are essential. This study underscores the urgent need for national-level quality control standards and systematic performance monitoring protocols.

Key Words : Ultrasound Imaging, ATS-539 Phantom, Performance Evaluation, Educational Equipment, Quality Control

1. 서론

초음파 영상은 실시간 영상 획득, 비침습성, 상대적으로 낮은 비용 등의 장점으로 인해, 임상 진료뿐 아니라 보건의로 교육 분야에서도 널리 활용되고 있다[1,2]. 특히, 정확한 영상 품질은 진단의 신뢰도뿐만 아니라 예비 보건의로 인의 기초 영상 해석 능력 향상에도 필수적인 요소이다[3]. 그러나 국내 교육기관에서는 초음파 장비의 활용이 활발함에도 불구하고, 장비의 성능

평가나 정도 관리에 대한 체계적 접근은 미흡한 실정이다. 이는 교육기관 등 비 임상 환경에서의 관리에 대한 법적·제도적 요구가 상대적으로 낮기 때문으로 해석된다. 미국의학물리학회(AAPM)[4] 및 미국초음파의학회(AIUM)[5]에서는 초음파 장비의 품질관리를 위해 팬텀을 이용한 성능 평가 기준을 제시하고 있으며, 국내에서도 대한영상의학회 및 대한초음파의학회는 2003년부터 ATS-539 팬텀을 표준 팬텀으로 채택하였다[6]. 이 팬텀은 인체 조직과 유사한 물성으로 제작되어 불응 영역,

Corresponding author: Sungchul Kim, Department of Radiological Science, Gachon University, 191 Hambakmoero, Yeonsu-gu, Incheon-si, 21936, Republic of Korea. / Tel: +82-32-820-4364 / E-mail: ksc@gachon.ac.kr

Received 14 July 2025; Revised 6 August 2025; Accepted 13 August 2025

Copyright ©2025 by The Korean Journal of Radiological Science and Technology

수직거리 측정, 기능적 해상도, 민감도 등 다양한 항목에 대한 평가가 가능하다[2,3,6]. 기존의 연구들은 주로 임상 장비를 대상으로 하여 팬텀의 유용성을 입증해왔으나, 교육기관을 포함한 다양한 환경에서 초음파 장비의 성능을 종합적으로 분석한 연구는 부족하다[3,6,7]. 따라서 본 연구에서는 서울 및 경기 지역의 임상 및 교육기관에서 실제 사용 중인 초음파 장비를 ATS-539 팬텀을 활용하여 성능을 평가하고, 장비의 사용 연한, 정도 관리 여부 등과의 관련성을 분석하고자 하였다. 특히, 학생들에게 기초 진단 능력을 가르치는 것에 활용되는 교육기관의 초음파 장비에 대한 성능관리의 필요성을 함께 고찰하고자 한다.

II. 연구재료 및 방법

1. 연구 대상

본 연구는 2023년 1월~2월까지 서울, 경기도 지역의 의원, 종합병원, 대학병원, 대학교 실습실에서 사용하고 있는 초음파

장비 41대[의료기관 20대(48.8%), 대학교 실습실 21대(51.2%), 의원 5대(12.2%), 종합병원 8대(19.5%), 대학병원 7대(17.1%)]를 대상으로 하였다.

2. 연구 재료

초음파 장비는 총 7회사의 13가지 모델이 사용되었으며, 복부용 볼록형 탐촉자(convex probe)의 경우 장비모델마다 탐촉자 주파수 대역폭이 다르기 때문에 1~6 MHz 범위 중, 장비 관리자가 임상검사 시 직접 사용하는 최적의 주파수와 복부 소프트웨어 영상 파라미터값으로 세팅하였다. TGC(Time Gain Compensation)는 중앙으로 조절하였고, depth는 각 영상 평가항목별로 5 cm~16 cm 범위로 측정하였다. 측정의 오차를 줄이기 위해 ARDMS(미국초음파 자격증)를 소지하고 임상 경험이 풍부한 1명의 초음파사가 실험을 진행하였다. 실험에 사용한 초음파 팬텀은 2003년 대한영상의학회와 대한초음파의학회에서 공식적으로 인정한 초음파 표준 팬텀인 ATS-539 (CIRS Inc.)를 사용하였으며, 조직 등가 팬텀(Tissue Equivalent,

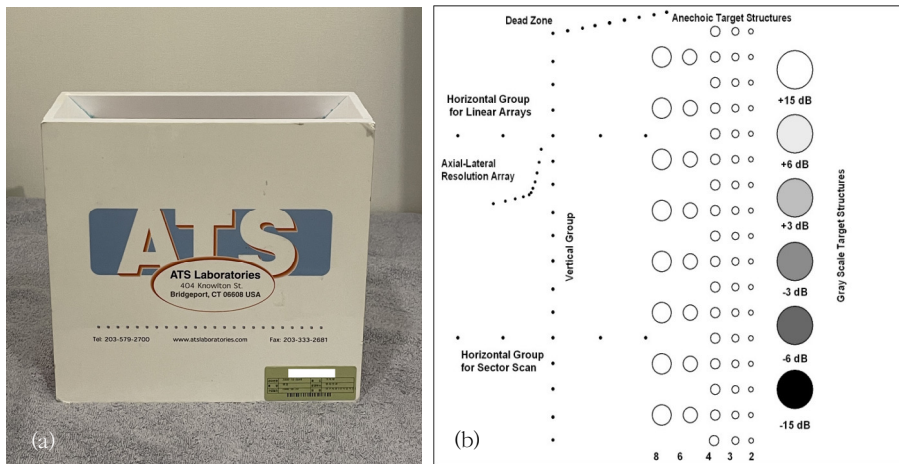


Fig. 1. ATS-539 Phantom

- (a) Actual photograph of the ATS-539 phantom
- (b) Schematic diagram of the internal structure

Table 1. General Specifications of the ATS-539 Standard Phantom

Item	Specification
Material	Polyvinyl chloride (White)
Core material	Rubber urethane (Urethane)
Weight	3.1 kg
Size	23,4×20,5×9,5 cm
Scannable surface dimensions	17,5×7,5 cm, 14,0×7,5 cm
Speed of sound	1,450 m/s±1,0% at 23°
Attenuation coefficient	0,5 dB/cm/MHz±5,0%

TE)으로 내부에는 인체와 비슷한 조직 등가 물질로 제작되며, 음파 속도는 1,540 m/s와 1,450 m/s로 대부분 이루어져 있다 (Fig. 1)(Table 1).

3. 연구 방법

ATS-539 팬텀을 이용하여 불응 영역(Dead zone), 수직거리 측정(Vertical measurement), 수평거리 측정(Horizontal measurement), 축 방향/측 분해능(Axial/Lateral Resolution), 국소 영역(Focal zone), 민감도(Sensitivity), 기능적 해상도(Functional Resolution), 회색 조와 동적 범위(Gray scale and Dynamic Range) 등 총 8개 항목에 대해 영상을 각각 6회씩 획득한 후 영상 이미지를 DICOM 파일로 저장한 뒤, PACS Viewer 프로그램(HiPACS, Infinit HealthCare Co., Ltd.)을 사용하여 단일 모니터에서 영상 평가를 진행하였으며, 팬텀 표적이 최적으로 잘 보이는 영상으로 평가하였다. 또한, 기관의 종류, 장비 제조년, 탐촉자 제조년, 정도 관리 유무 등으로 분류하였다. 성능 평가 기준은 김 등의 연구를 기준으로 하였다[8].

1) 불응 영역(Dead zone)

불응 영역 또는 근거리 분해능은 탐촉자의 표면에서부터 가장 인접한 표적물들을 확인할 수 있는 에코까지의 거리를 말한다. 총 9개의 표적으로 구성되어 있으며, 각 표적 간의 거리가 0.1 cm 간격으로 표면으로부터 0.2 cm~1.0 cm 깊이에 위치한다. 초점을 근거리에 위치시키고, 5번째 표적물이 화면 중앙에 위치하도록 영상을 얻으며 총 9개의 표적물의 에코가 육안으로 모두 분리되어 나타나는지에 대하여 평가하였다 (Fig. 2)

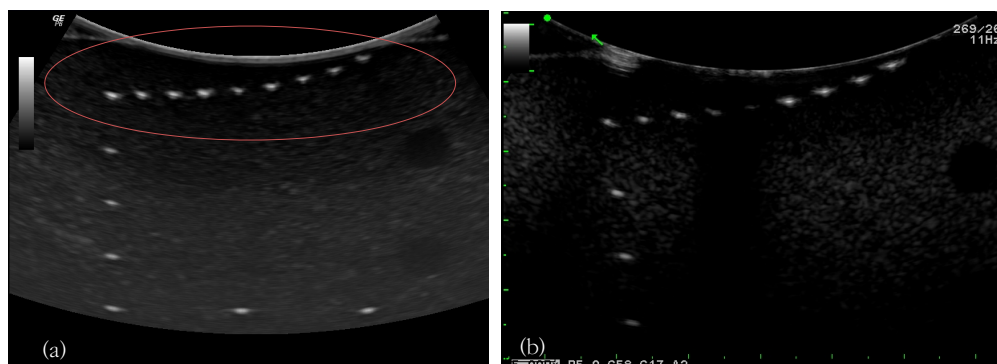


Fig. 2. Phantom Image of the Dead Zone

- (a) Phantom image that passed the visual assessment
- (b) Phantom image that failed the visual assessment

2) 수직거리 측정(Vertical measurement)

수직거리 측정 또는 종 측정은 매질 내에 실제 거리가 초음파 빔의 축을 따라 정확하게 표현되는지를 측정하는 것으로 구조물의 크기, 깊이, 부피를 표현하여 진단하는 데 있어 중요한 인자이다. 총 17개의 표적으로 구성되어 있으며, 각 표적 간의 거리는 1.0 ± 0.1 cm이다. multiple focus를 사용하여 수직선이 화면의 중앙에 위치하도록 하여 영상을 얻으며 1.0~11.0 cm 사이까지의 10.0 cm 거리를 측정하여 오차 범위 10.0 ± 1.0 cm 인 경우 적합하다 평가하였다(Fig. 3).

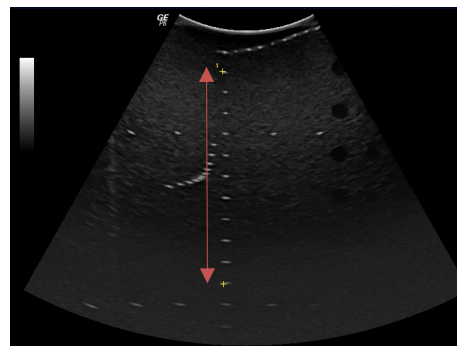


Fig. 3. Phantom Image for Vertical Measurement

3) 수평거리 측정(Horizontal measurement)

수평거리 측정 또는 횡 측정은 초음파 빔의 축에 대한 수직의 구조물의 크기와 부피를 정확하게 표현하여 진단하는 데 있어 중요한 인자이다. 총 5개의 표적으로 구성되어 있으며, 각 표적 간의 거리는 2.0 cm으로 허용오차범위는 2.0 ± 0.1 cm이다. 5.0 cm 깊이에 위치한 5개의 표적의 수평거리를 측정하여, 오차 범위 8.0 ± 0.4 cm인 경우 적합하다 평가하였다 (Fig. 4).

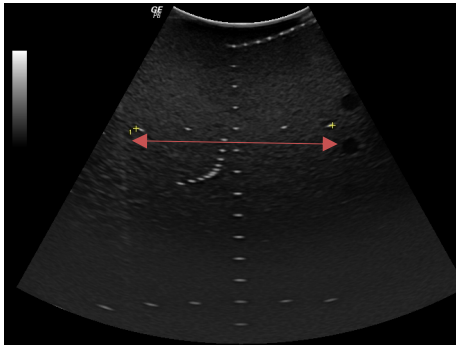


Fig. 4. Phantom Image for Horizontal Measurement

4) 축 방향/축 해상도(Axial / lateral resolution)

축 방향/축 해상도는 근접한 서로 다른 두 물체를 구별할 수 있는 능력을 말하며, 축 방향 및 축 해상도로 나누어질 수 있다. 총 11개의 표적으로 구성되어 있으며, 각 표적의 크기는 0.1 cm이다. 축 방향과 축 방향으로 향하는 측정점 간의 간격은 0.1 cm, 0.2 cm, 0.3 cm, 0.4 cm, 0.5 cm 간격으로 구성된다. 총 11개의 측정점이 육안으로 모두 뚜렷이 분리되어 보여야 적합하다고 평가하였다(Fig. 5).

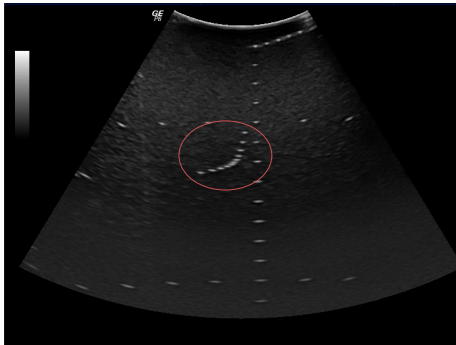


Fig. 5. Phantom Image of Axial/Lateral Resolution

5) 국소 영역(Focal zone)

국소 영역은 초점 주변의 강도와 축 방향 분해능이 최대인 구역으로 가장 정확한 진단 정보를 얻을 수 있다. 수직거리 측정 영상에서 한 개의 초점을 6.0 cm 깊이에 위치시키고, 초점 깊이에 위치한 표적물의 최대 폭 측정과 이보다 4.0 cm 뒤에 위치한 표적물의 최대 폭을 측정한다. 초점으로 인해 얼마나 표적물이 집중 되는지 초점을 측정하였고, 초점율 > 75%일 때 적합하다 평가하였다(Fig. 6).

6) 민감도(sensitivity)

민감도는 특정 깊이에 위치한 구조물의 에코를 검출하는 능력을 평가하는 항목으로 무 에코성 표적물 0.8 cm, 0.6 cm, 0.4 cm, 0.3 cm, 0.2 cm 크기의 약한 에코를 구별할 수 있는 깊이를 말한다. 0.8 cm와 0.6 cm의 표적물은 각각 8개로 간격은 2.0 cm이며 16 cm의 깊이까지 배열되어 있다. 나머지의 0.4 cm, 0.3 cm, 0.2 cm의 표적물은 각각 17개로 간격은 1.0cm이며 16 cm의 깊이까지 배열되어 있다. 0.8 cm 표적물의 배열이 화면 중앙에 위치하도록 하여 영상을 얻으며, 8번째 표적물까지 보여야 하고, 측정 거리가 16.0 cm ± 1.0 cm 일 때 적합하다 평가하였다(Fig. 7).

7) 기능적 해상도(Functional Resolution)

기능적 해상도는 무 에코성 구조물의 크기, 모양, 깊이를 나타내는 능력을 말하며, 다초점(multiple focus) 이용하여 0.4 cm 표적물의 배열이 화면 중앙에 위치하도록 하여 영상을 얻었다. 표적물의 경계선이 180° 연속적으로 유지되고 뚜렷하게 구분되는 경우를 적합하다고 평가하였고, 크기별로 적합하다 관찰된 표적물의 개수를 기록하였다. 기능적 해상도는 깊이

$$\text{초점율}(\%) = \frac{6\text{ cm 깊이 표적의 횡거리}(\text{in focus})}{\text{분자보다 4 cm 깊이 뒤에 있는 표적의 횡거리}(\text{out focus})} \times 100 \quad \text{식 (1)}$$

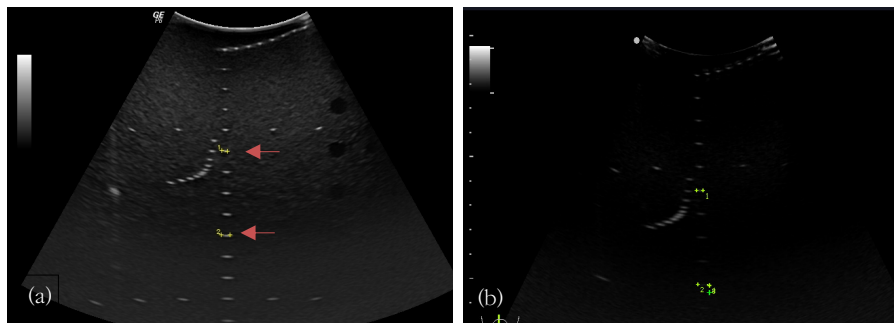


Fig. 6. Phantom Image of the Focal Zone

- (a) Phantom image that passed the visual assessment
- (b) Phantom image that failed the visual assessment

16 cm 에서 0.8 cm, 0.6 cm 구조물이 8개가 보여야 하며, 0.4 cm 구조물이 8개 이상 보이도록 평가되어야 적합하다 (Fig. 8).

각각의 표적물이 뚜렷이 4개 이상 구분되어야 하며 경계선이 180° 이상 연속적으로 원형의 형태를 유지하는 경우 적합하다 평가하였다(Fig. 9).

8) 회색 조와 동적 범위(Gray scale & Dynamic Range)

회색 조와 동적 범위는 수신된 에코의 진폭에 따라 밝기를 다르게 표현하는 것으로 가장 낮은 회색 조 수준부터 최대 밝기까지의 에코 신호를 조절하여 나타낸다. 팬텀을 가로로 놓고 한 화면에 총 6개의 표적물이 나타나도록 위치하여 영상을 얻으며

9) 통계 분석

통계 분석은 IBM SPSS Statistics ver. 29.0.1.0 (IBM Co., Armonk, NY, USA)를 사용하여 처리하였으며, 유의수준은 0.05를 기준으로 하였다. 의료기관별, 사용 연한별로 영상 평가에 합격한 초음파 장비의 성능 실태 분석을 위해 평균,

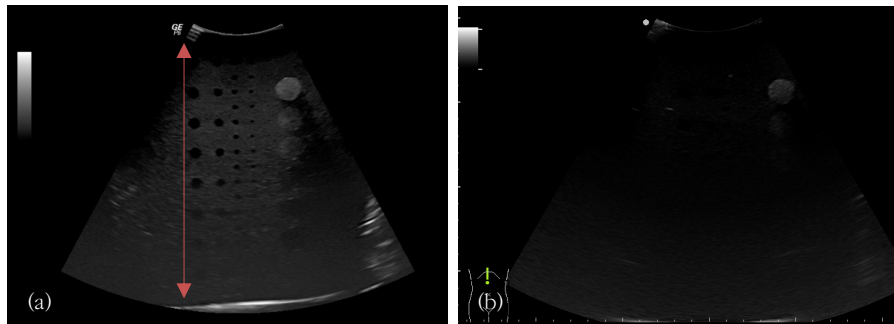


Fig. 7. Phantom Image of Sensitivity. (a) Phantom image that passed the visual assessment, (b) Phantom image that failed the visual assessment

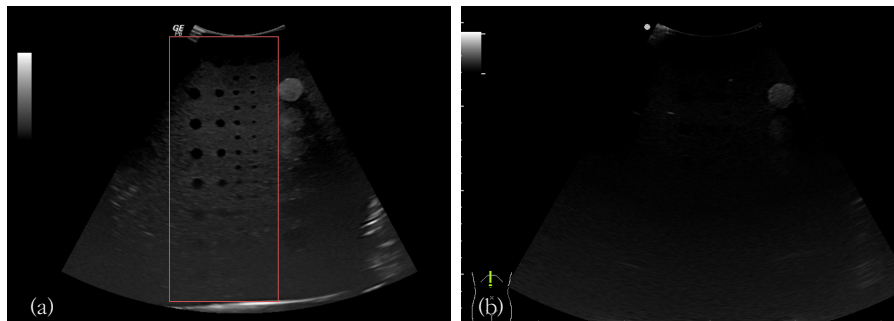


Fig. 8. Phantom Image of Functional Resolution. (a) Phantom image that passed the visual assessment, (b) Phantom image that failed the visual assessment

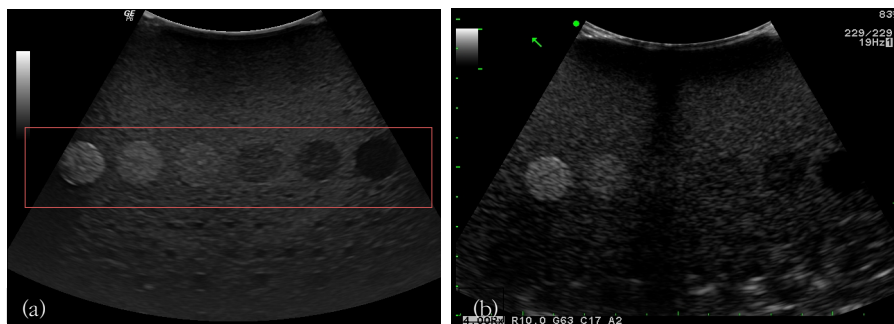


Fig. 9. Phantom Image of Gray Scale and Dynamic Range. (a) Phantom image that passed the visual assessment, (b) Phantom image that failed the visual assessment

표준편차, 빈도 및 백분율을 제시하였고, 정규성 검증 후, 비모수적 방법인 Mann-Whitney test를 실시하였다.

III. 결과

1. 검사항목별 평가결과

총 41대의 초음파 장비에서 8가지 항목의 영상 평가에 모두 적합한 장비는 24대(58.5%), 부적합한 장비는 17대(41.5%)이었다. Vertical measurement와 Axial/Lateral resolution은 전체 장비가 모두 적합하였으며, Dead zone과 Gray scale & dynamic range는 각각 1대(2.4%)만 부적합으로 나타났다. Sensitivity는 15.1~16.9 cm (평균 16.2±0.53)로 33대(80.5%)가, Functional Resolution은 12.0~64.0 (평균 49.6±11.47)로 33대(80.5%)가 적합하였다. 가장 많은 장비에서 부적합 결과를 보인 평가항목은 Focal zone rate로 30.4~100% (평균 77.1±14.31%)로 9대(21.9%)가 부적합하게 나타

났다(Table 2). 또한, 부적합 장치 17대 중 1개 검사항목에서 부적합이 5대이며, 2개 검사항목 부적합이 9대로 가장 많았고, 4개 검사항목 부적합도 1대가 있었다.

2. 기관별 평가결과

의료기관 총 20대 초음파장치 중에서 영상 평가에서 적합한 장치는 의원에서 사용 중인 초음파장치가 60.0% 적합하였으며, 종합병원에서 사용하는 장치는 87.5%, 대학병원에서 사용하는 장치는 71.4%가 적합하여 총 15대(75.0%)가 적합한 결과를 나타냈다. 대학 실습실 장치는 총 9대(42.8%)가 적합하여 부적합한 결과의 장치가 더 많게 나타났다(Table 3).

영상 평가의 합격 여부를 이진 변수(합격=1, 불합격=0)로 변환하여, 각 기관별 합격률의 평균과 표준편차를 산출하였으며, 그 결과 의료기관의 평균 합격률은 0.75 ± 0.44, 대학교 실습실의 평균 합격률은 0.42±0.50로 나타나 두 기관 간의 합격률의 차이는 통계적으로 유의한 것으로 나타났다($p < 0.05$) (Table 4).

Table 2. Evaluation Results by Measurement Item (n=41)

Measurement items	Standard	Measurement			Pass N(%)
		Min	Max	Mean±SD	
Dead zone (N)	9	8	9	8.98±0.15	40(97.6)
Vertical measurement (cm)	10.0±1.0 cm	9.37	10.12	9.71±0.16	41(100)
Horizontal measurement (cm)	8.0±0.4 cm	7.98	8.93	8.33±0.18	35(85.4)
Axial/Lateral resolution (N)	11개	11.0	11.0	11±0	41(100)
Sensitivity (cm)	16.0±1.0 cm	15.1	16.9	16.2±0.53	33(80.5)
Gray scale & dynamic range (N)	4개	3.0	6.0	5.5±0.70	40(97.6)
Focal zone rate (%)	> 75%	30.4	100.0	77.1±14.31	32(78.0)
Functional resolution (N)	Number of Targets with 180° Continuous Boundary At least 8 targets for each size (0.8 cm, 0.6 cm, 0.4 cm)	12	64	49.6±11.47	
		0.8 cm: 2개	0.8cm: 8개		
		0.6 cm: 2개	0.6cm: 8개		33(80.5)
		0.4 cm: 3개	0.4cm: 17개		
Total					24(58.5%)

Table 3. Evaluation Results by Institution Type

Institution Type		Pass (n, %)	Fail (n, %)	Pass Rate (%)
Medical institution	Clinics	5 3(7.3%)	2(4.9%)	60.0%
	General hospitals	8 7(17.1%)	1(2.4%)	87.5%
	University hospitals	7 5(12.2%)	2(4.9%)	71.4%
	Sub total	20 15(36.6%)	5(12.2%)	75.0%
Educational laboratories	21 9(21.9%)	12(29.3%)	42.8%	
Total	41 24(58.5%)	17(41.5%)	58.5%	

Table 4. Pass Rate of Ultrasound Evaluation and Mann-Whitney U Test by Institution

		N	M±SD	p-value
pass equipment	Medical	20	0.75±0.44	0.041
	University US Lab	21	0.42±0.50	

N: 장비 수, M: 평균, SD: 표준편차

3. 장비 및 탐촉자 사용 기간에 따른 평가결과

장비 제조 년은 1998년~2022년으로 평균 사용 기간은 9.7년(±1.9년)이었다. 8가지 영상 평가항목에 모두 합격한 장비의 사용 기간은 평균 6.7년(±2.2년)으로 나타났으며, 불합격한 장비의 사용 기간은 평균 12.8년(±2.9년)이었다. 또한, convex probe의 사용 기간은 평균 9.7년(±2.1년)이었으며, 영상 평가항목에 모두 합격한 convex probe 사용 기간은 평균 6.6년(±2.2년)으로 나타났으며, 불합격한 convex probe 사용 기간은 평균 11.7년(±3.2년)이었다. 초음파 장비 및 convex probe의 사용 기간에 따른 합격 군 및 불합격 군 간은 모두 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < 0.05$)(Table 5).

4. 초음파 검사실 관련 현황 파악

초음파 장비 정도 관리 및 교육을 시행하고 있는 장비는 12곳 기관 중 3곳(25.0%)으로 총 41대의 장비 중에서 6대(14.6%)로 나타났다. 정도 관리가 실시된 장비 6대 중 5대(83.3%)가 영상 평가에 합격하였으며, 미실시 장비 35대 중 19대(54.3%)가 영상 평가에 합격하였다. 두 집단 간의 차이에 대해 Fisher의 정확 검정을 시행한 결과, 통계적으로 유의한 차이는 없었지만($p=0.37$)(Table 6), 정도 관리를 실시한 장비가 영상 평가에 합격할 가능성이 실시하지 않은 장비에 비해 약 4.2배 높은 것으로 나타났다(Odds Ratio 4.21).

IV. 고 찰

본 연구는 ATS-539 팬텀을 이용하여 다양한 기관에서 사용 중인 초음파 장비의 성능을 평가하고, 장비의 사용 연한, 정도 관리 여부, 그리고 기관 특성에 따른 성능 차이를 분석하였다. 전체 평가결과, 약 58.5%의 장비가 모든 항목에서 적합 판정을 받아, 초음파 장비의 성능이 일정 수준 이상 유지되고 있음을 확인할 수 있었다. Cho 등[9]의 연구에서와 비슷하게 수직거리 측정과 해상도 항목의 적합률은 높게 나타났으나, 초점 영역(Focal zone)과 기능적 해상도(Functional resolution)의 적합률은 상대적으로 낮아 일부 장비에서 영상 품질 저하의 가능성이 제기되었다. 기관 유형별로는 의료기관 장비가 교육기관 장비에 비해 유의하게 높은 적합률을 보였으며($p < 0.05$), 이는 교육기관 장비의 관리 체계가 상대적으로 미흡함을 시사한다. 교육기관에서 사용되는 장비는 주로 실습용으로 장기간 사용되며, 품질관리의 대상에서 제외되는 경우가 많다. 그러나 초음파 기기의 교육적 사용도 임상적 신뢰도 확보와 직결되므로, 체계적인 정도 관리 도입이 필수적이다[1].

장비의 사용 연한은 영상 품질과 직접적인 연관이 있는 요소로, 본 연구에서도 사용 연한이 짧은 장비일수록 적합률이 높았다. 이는 기존 연구[3]에서도 노후 장비가 부적합 판정이 발생한 확률이 통계적으로 높았다고 보고하고 있다. 특히 탐촉자(probe)의 마모나 접촉 불량은 영상 왜곡 및 진단 오류를 유발

Table 5. Comparison of Mean and SD of Equipment and Probe Usage Periods Between Pass and Fail Groups

Equipment usage period	M±SD	p-value
Pass (n=24)	7.33±5.19	0.001
Fail (n=17)	13.82±5.37	
Probe usage period	M±SD	p-value
Pass (n=24)	7.21±5.26	0.002
Fail (n=17)	12.65±5.58	

M: 평균, SD: 표준편차

Table 6. Evaluation Pass Rate According to Quality Control Implementation and Fisher's Exact Test

QC Implementation	Pass (N)	Fail (N)	Total (N)	p-value
Performed	5	1	6	0.37
Not performed	19	16	35	

할 수 있어, 정기적인 성능 검사가 필요하다[10]. 정도 관리 여부 역시 장비 성능에 영향을 미치는 주요 요인이다. 본 연구에서는 정도 관리를 수행한 장비의 적합률이 83.3%였던 반면, 미수행 장비는 54.3%에 그쳤다. 이는 주기적인 품질관리의 효과를 뒷받침하며, 영상 품질뿐 아니라 의료사고 예방 측면에서도 중요하다.

본 연구는 ARDMS(미국초음파 자격증)를 소지하고 임상 경험이 풍부한 1명의 초음파사가 시각적인 방법으로 평가하였다. 그러나 시각적 평가 방법은 관찰자와 관찰환경에 따른 영향을 받을 수 있다는 한계가 있다. 이러한 주관적 오류를 줄이고 더 객관적인 결과를 얻기 위해, 최근에는 소프트웨어[11-13]를 활용한 연구가 국내외에서 시도되고 있으며, 이 등[14]은 MTF와 NPS를 활용한 영상 평가를 시도하는 등 초음파장치 및 영상의 관리를 위한 다양한 연구가 지속되고 있다. 또한, 본 연구는 서울 및 경기 지역의 제한된 수의 기관만을 대상으로 진행되어 지역적 및 표본적 한계가 존재한다. 따라서 추후에는 보다 다양한 지역 및 기관을 포함한 전국 규모의 후속 연구가 수행되어야 하며, 이를 통해 국가적 수준의 초음파 장비 정도 관리 기준이 보다 명확하게 제시될 수 있을 것으로 기대된다.

현재 국내에는 초음파 장비에 대한 통일된 품질관리 기준 및 인증 시스템이 부재한 실정이다. 미국의 경우 AAPM에서 품질 관리 기준을 제시하고 있으며, 호주는 Diagnostic imaging accreditation scheme라는 프로그램을 통해 의료기관의 진단 영상품질관리 기준을 규정 및 관리하고, 일본도 오래된 의료장치를 사용할 수 없게 하고 있다[15]. 미국은 초음파 탐촉자에 대해 분기별 정도 관리를 권장하고 있으며[16], 호주는 장비의 권장 유효 수명을 10년, 최대 연장 수명을 15년으로 권장하고 있다[17]. 이에 반해 한국은 정도 관리 시행 여부가 기관 재량에 맡겨져 있어, 특히 교육기관이나 중소병원 등에서는 정도 관리 사각지대가 발생할 가능성이 있다. 이에 따라 해외 사례를 참고하여 사용 기간이 약 10년 이상 된 초음파 장비에 대한 집중적인 정도 관리 시행과 폐기 기준 마련이 필요하다. 특히 노후 장비의 지속적인 사용 실태를 파악하고, 적정성 여부에 대한 주기적인 검토가 분기별로 시행되길 기대한다.

본 연구 결과 장비의 청결도 및 검사실 환경 관리와 정상 작동 유무 등 기본적인 점검은 이뤄지고 있었으나, 정량적인 정도 관리와 교육은 제대로 시행되고 있지 않았다. 이에 따라 의료기관별 합격률 또한 차이가 있었다. 향후에는 의료기관과 교육기관 환경에 적합한 정도 관리 기준을 마련하고, 중고 장비의 유통 및 입·출고 단계에서도 초음파 장비의 객관적인 현황 파악과 장비 전반에 대한 통합적인 관리 체계의 규제가 필요할 것으로 사료된다. 따라서 본 연구는 국가 차원의 표준화된 품질관리

기준 제정과 이를 위한 제도적 기반 마련이 필요함을 강조한다.

V. 결론

본 연구를 통해 임상 및 교육기관에서 사용 중인 초음파 장비의 성능을 ATS-539 팬텀으로 평가한 결과, 장비 간 성능 편차가 존재하며 특히 교육기관의 장비 성능이 상대적으로 낮은 경향을 보였다. 정도 관리를 수행한 장비는 미 실시 장비에 비해 영상 성능이 양호하여 정기적인 점검과 품질관리가 필수적임을 시사한다. 교육기관의 경우, 정기적 성능 평가, 사용 연한에 따른 관리 등급 분류, 장비 평가 교육 등 내부 관리 체계 또한 함께 구축하는 것이 바람직하다. 나아가, 국가 차원의 초음파 장비 품질관리 기준을 확립하고, 사용 연한에 따른 정기적인 성능 평가와 장비 교체 주기에 대한 가이드라인을 제정하는 것이 시급하다.

REFERENCES

- [1] Goodsitt MM, Carson PL, Witt S, Hykes DL, Kofler Jr. JM. Real-time B-mode ultrasound quality control test procedures. Report of AAPM Ultrasound Task Group No. 1. Med Phys. 1998;25(8):1385-406. DOI: 10.1118/1.598404
- [2] Madsen EL, Zagzebski JA, Banjavic RA, Jutila RE. Tissue mimicking materials for ultrasound phantoms. Med Phys. 1978;5(5):391-4. DOI: 10.1118/1.594483
- [3] Kim DH, Kwon DM. Performance testing of medical US equipment using US phantom(ATS-539) (Focusing on Daegu Region). Journal of Radiological Science and Technology. 2014;37(4):295-305.
- [4] American Association of Physicists in Medicine. AAPM Report No. 65: Real-time B-mode ultrasound quality control test procedures. AAPM; 1998. Retrieved from <https://www.aapm.org/pubs/reports/>
- [5] American Institute of Ultrasound in Medicine. AIUM routine quality assurance of clinical ultrasound equipment 2.0. 2020. Retrieved from <https://www.aium.org/resources/resource-library>
- [6] Kwak JG, Jeon CM, Lee JA. Performance evaluation of medical ultrasonic equipment in Gwangju using

- multipurpose ultrasonic phantom, *J. Korean Soc. Radiol.* 2024;18(5):473-81. DOI: 10.7742/jksr.2024.18.5.473
- [7] Park JH, Heo YC, Kim YM, Han DK. A study on the quality control of transvaginal ultrasound transducer using ATS-539 ultrasound phantom, *J. Korean Soc. Radiol.* 2021;15(4):463-72. DOI: 10.7742/jksr.2021.15.4.463
- [8] Kim PN, Lee SY, Cho HJ. Accuracy evaluation of ultrasound system using phantom tests, *Korean J Med Imaging Sci.* 2008;31(2):102-8. DOI: 10.13104/kjmis.2008.31.2.102
- [9] Cho YK, Lee Y, Lee K. Quality evaluation of ultrasonographic equipment using an ATS-539 multi-purpose phantom in veterinary medicine, *J Vet Clin.* 2022;39(3):114-20. DOI: 10.17555/jvc.2022.39.3.114
- [10] Lee KS. Influence to the doppler images by the defects of piezoelectric elements of the probe of medical ultrasonic scanners (Focusing on the impact of an increase in the defects of piezoelectric elements), *J. Radiol. Sci. Technol.* 2014;37(2):117-24.
- [11] Hyldgaard N, Malvang LB, Brix L. Five-year evaluation of a low-cost quality assurance protocol for clinical ultrasound transducers, *Ultrasound.* 2023;31(1):71-8. DOI: 10.1177/1742271X221091721
- [12] An H. Deep learning-based study for differentiating normal tissue and masses in Korean breast ultrasound images, *J. Radiol. Sci. Technol.* 2024;48(3):293-9. DOI: 10.17946/JRST.2025.48.3.293
- [13] Thijssen JM, Weijers G, De Korte CL. Objective performance testing and quality assurance of medical ultrasound equipment, *Ultrasound Med Biol.* 2007;33:460-71. DOI: 10.1016/j.ultrasmedbio.2006.09.006
- [14] Lee JE, Kim JW, Kim CS. Quantitative image evaluation using ATS-539 multi-purpose phantom and abdominal phantom in ultrasound imaging, *Journal of Next-generation Convergence Technology Association.* 2024;8(11):2501-9. DOI: 10.33097/JNCTA.2024.08.11.2501
- [15] Im YJ, Hwang HS, Kim DH, Kim HC. A study on the quantitative evaluation method of quality control using ultrasound phantom in ultrasound imaging system based on artificial intelligence, *Journal of Biomedical Engineering Research.* 2022;43:390-8. DOI: 10.9718/JBER.2022.43.6.390
- [16] Hangiandreou NJ, Stekel SF, Tradup DJ, Gorny KR, King DM, et al. Four-year experience with a clinical ultrasound quality control program, *Ultrasound Med Biol.* 2011;37(8):1350-7. DOI: 10.1016/j.ultrasmedbio.2011.05.007
- [17] Altenstetter C. Medical device regulation in the European Union, Japan and the United States: Commonalities, differences and challenges, *Innovation.* 2012;25(4):362-88. DOI: 10.1080/13511610.2012.723328

ATS-539 초음파 팬텀을 이용한 초음파 영상 장치의 성능 실태조사

진지영^{1,2)}·김성철^{1,3)}

¹⁾가천대학교 보건대학원 보건과학과·²⁾퍼스트 고려내과·³⁾가천대학교 방사선학과

〈국문초록〉

본 연구는 ATS-539 초음파 팬텀을 이용하여 의료기관과 교육기관에서 사용 중인 초음파 장비의 영상 성능을 평가하고, 장비의 사용 연한 및 정도관리 수행 여부에 따른 성능 차이를 분석하여, 향후 국가 차원의 품질관리 기준 정립 필요성을 제시하고자 하였다. 2023년 1월부터 2월까지 서울·경기 지역의 의료기관 및 대학 실습실에 설치된 총 41대의 초음파 장비를 대상으로 ATS-539 팬텀을 이용하여 8개 항목의 영상 성능을 평가하였다. 각 항목별 영상은 6회 반복 측정 후 PACS viewer로 분석하였으며, 기관 유형, 사용 기간, 정도관리 여부에 따른 성능 차이를 통계적으로 분석하였다. 전체 장비 중 58.5%가 모든 항목에서 적합 판정을 받았으며, 의료기관 장비의 적합률(75.0%)은 교육기관 장비(42.8%)보다 유의하게 높았다($p < 0.05$). 장비 및 탐촉자의 사용 연한이 짧을수록 적합률이 높았으며($p < 0.05$), 정도관리를 실시한 장비의 적합률(83.3%)은 미실시 장비(54.3%)보다 높았다. ATS-539 팬텀은 초음파 장비의 성능을 객관적으로 평가하는 데 효과적인 도구이며, 특히 교육기관의 장비에 대해서도 정기적인 품질관리와 정도관리가 필요하다. 본 연구는 초음파 장비의 성능 확보를 위해 국가 차원의 표준화된 품질관리 기준과 정기적 평가 시스템의 도입 필요성을 제시한다.

중심 단어: 초음파 영상, ATS-539 팬텀, 성능 평가, 교육 장비, 품질 관리

구분	성명	소속	직위
제1저자	진지영	가천대학교 대학원	박사대학원생
교신저자	김성철	가천대학교 방사선학과	정교수