

청소년 유방 평가에서 자동유방초음파의 임상적 적용 가능성: 단일기관 후향적 연구

김지영^{1,2}, 유영진^{1,2}, 김선미^{1,2}, 장미정^{1,2}, 신승의^{1,2}, 조수민^{1,2}, 이경진^{1,2}, 윤보라^{1,2}

¹분당서울대학교병원 영상의학과, ²서울대학교 의과대학

목적: 청소년 유방 평가에서 자동유방초음파(automated breast ultrasound, ABUS)의 임상적 적용 양상과 활용 가능성을 평가하고자 하였다.

대상 및 방법: 2017년 5월부터 2026년 2월까지 본원에서 ABUS를 시행한 53명(91건)을 대상으로 후향적 분석을 시행하였다. 환자의 나이, 성별, ABUS 시행 적응증, 영상 소견, 이후의 진단 및 치료 경과, 병리 결과를 분석하였고, 추적검사를 시행한 환자에서는 추적관찰 기간, 추가 검사 또는 치료 여부를 함께 평가하였다. 모든 ABUS 검사는 Invenia ABUS system을 이용하여 시행되었다.

결과: 총 53명의 환자 모두 여자였으며, 중위연령은 17세(범위, 12 - 18세)였다. 가장 흔한 ABUS 시행 적응증은 외부 초음파 또는 조직검사서 이상 소견이 확인된 경우(15명, 28.3%)였고, 수술 후 추적관찰(14명, 26.4%), 촉진성 종괴(9명, 17.0%), 유방암 선별검사(5명, 9.5%)가 그 뒤를 이었다. 총 91건의 ABUS 중 89건(97.8%)은 추가적인 수동 초음파(handheld ultrasound, HHUS) 없이 판독이 가능하였다. 병변의 추적관찰 기간 또는 수술 후 추적관찰 기간 동안 임상적 진료 방침에 영향을 미칠 정도의 판독 불일치는 관찰되지 않았다.

결론: ABUS는 청소년 유방 평가를 위한 영상 검사로 높은 적용 가능성을 보였으며, 대부분의 검사에서 추가적인 HHUS 없이 판독이 가능하였다. 또한 병변의 추적 관찰과 수술 후 검사에서도 유용할 것으로 기대된다.

Index words: Automated breast ultrasound (ABUS); Breast diseases; Adolescent

서 론

자동유방초음파(automated breast ultrasound, ABUS)는 치밀(dense) 여성에서 유방촬영술에 추가적인 선별 검사로서 2012년 미국 식약청(U.S. Food and Drug Administration: FDA) 승인을 받은 초음파 기법으로, 최

근 성인 유방영상에서 그 활용 범위를 점차 넓혀가고 있다 (1). 성인 치밀 유방 여성을 대상으로 한 다기관 비교 연구에서는 ABUS와 수동 초음파(handheld ultrasound, HHUS)가 유방암 검출에서 높은 일치도를 보였고, 유방촬영술과 같이 시행했을 때 두 방법의 진단 성능도 유사한 수준으로 보고되었다 (2). 같은 연구에서 ABUS는 HHUS에 비해 검사자 의존성이 낮고 재현성이 높다는 장점이 제시되었으며, 최근 메타분석에서도 ABUS의 진단 성능이 HHUS와 전반적으로 견줄 만한 수준이라고 보고하였다 (2, 3). 또한 ABUS는 전체 유방의 표준화된 3차원 용적 영상을 획득할 수 있어 병변의 위치와 크기를 보다 객관적으

통신저자 : 윤보라
(13620) 경기도 성남시 분당구 173번길 구미로 82
분당서울대병원 영상의학과
Tel. +82-31-727-7617 Fax. +82-31-787-4011
E-mail: yunbola@gmail.com

로 기록할 수 있으며, 추적관찰 시 병변의 비교 평가에 유리한 장점이 있다 (4, 5). 이러한 연구 결과들을 바탕으로 ABUS는 성인 유방 영상, 특히 치밀 유방 환자에서 보조 선별검사 또는 표준화된 초음파 평가 도구로서의 역할이 확대되고 있다.

한편, 소아 및 청소년 유방 질환의 영상 평가는 유방 초음파가 일차 영상 검사로 널리 사용된다 (6-8). 이는 소아 청소년에서 불필요한 침습적 검사와 방사선 노출을 최소화하는 접근이 중요하기 때문이며, 증상이 있어 영상검사가 필요한 경우 유방초음파가 우선적으로 고려된다 (6-8). 다만 현재까지 보고된 소아·청소년 유방 영상 문헌에서는 주로 기존 HHUS 기반의 접근법 제시되고 있으며, ABUS를 임상적으로 적용한 문헌 보고는 매우 제한적이다. 따라서 현재 소아·청소년 유방 평가에서 ABUS의 임상 적용 가능성을 평가하기 어렵다.

이에 본 연구에서는 단일기관 후향적 코호트를 이용하여 청소년 환자에서 시행된 ABUS의 임상적 적용 양상을 분석하고, 적응증, 영상 소견, 이후의 진단 및 치료, 추적관찰 과정을 기술함으로써 청소년 유방 영상에서 ABUS의 실제 적용 가능성을 평가하고자 한다.

대상 및 방법

전산화 의무기록을 검색하여, ABUS가 본원에 도입된 2017년 5월부터 2026년 2월까지 본원에서 유방 초음파를 시행한 12세 이상 18세 이하 청소년 환자 153명 (검사건수 203건) 중, ABUS를 시행한 53명 (검사건수 91건)을 연구 대상으로 하였다. 후향적 의무기록 분석을 통해 환자의 나이, 성별, ABUS를 시행하게 된 임상적 증상 또는 시행 목적, 검사 이후의 진단 및 치료 경과, 조직검사 또는 수술 시행 여부를 분석하였다. 또한, 초음파 추적검사를 시행한 환자들을 대상으로 추적 관찰 기간을 조사하였고, 해당 기간 동안 Breast Imaging Reporting and Data System (BI-RADS) category의 상향 조정 여부와 추가적인 검사 또는 치료 시행 여부를 분석하였다. 최종 병리학적 진단이 있는 경우 병리 결과도 살펴보았다.

모든 ABUS검사는 GE Healthcare의 Invenia ABUS 교육 프로그램을 이수한 방사선사와 유방영상의학과 전문의의 감독하에 Invenia ABUS system (GE Healthcare, Sunnyvale, CA, USA)을 이용하여 방사선사가 시행하였다. 환자는 앙와위 (supine) 자세에서 양측 어깨 아래에 스펀지를 받친 상태로 검사를 시행하였다. 각 유방에 대해 기본적으로 anteroposterior, medial, lateral view 중 유방 용

적에 따라 2개 또는 3개 용적 영상을 획득하였고, 필요한 경우 전체 유방 조직을 포함하기 위하여 추가 영상을 얻었다. 획득된 영상은 전용 워크스테이션으로 전송되었으며, 최종 평가는 축상면 영상을 바탕으로 관상면과 시상면 영상을 재구성하여 다평면 영상으로 평가하였다.

결 과

본 연구에는 총 53명의 청소년 환자가 포함되었으며, 모든 대상자는 여자였다. 대상자의 중위연령은 17세 (범위, 12 - 18세)였고, 총 91건의 ABUS가 시행되었다. ABUS 시행의 가장 흔한 임상적 적응증은 외부 초음파 또는 조직 검사에서 이상 소견이 확인된 경우로 15명(28.3%)이었고, 그 다음은 수술 후 추적관찰 14명(26.4%), 촉진성 종괴 9명(17.0%), 유방암 선별검사 5명(9.5%) 순이었다. 그 외 적응증으로는 이전 HHUS에서 발견된 병변의 추적관찰 3명(5.7%), 유방 농양이나 유선염과 같은 감염증을 의심한 환자가 3명(5.7%), 유방 저형성 의심 2명(3.8%), 유즙 분비증 1명(1.9%), 프로락틴 상승 1명(1.9%)이 있었다 (Table 1).

외부 초음파 또는 조직검사에서 이상 소견이 있어 ABUS를 시행한 15명 중 11명은 수술을 받았고, 2명은 BI-RADS category 3였으나 추적관찰이 이루어지지 않았으며, 1명은 BI-RADS category 3로 초음파 추적관찰을 시행하였다. 나머지 1명은 외부 초음파에서는 낭종이 있다고 들었으나 ABUS에서는 이상 소견이 확인되지 않았다. 수술을 받은 11명의 병리학적 진단은 엽상 종양 (phyllodes tumor) 4예, 엽상 종양에서 발생한 다발성 유방 관상피내암 (multifocal ductal carcinoma in situ) 1예, 섬유선종 (fibroadenoma) 3예, 연소성 섬유선종 (juvenile fibroadenoma) 2예, 관상 선종(tubular adenoma) 1예였다 (Fig 1). 한편, 수술 후 추적관찰을 위해 ABUS를 시행한 14명은 모두 양성질환으로 절제술을 받은 환자들로, 이전 수술의 진단은 엽상 종양 9예, 연소성 섬유선종 2예, 관상 선종 2예, 섬유선종 1예였다. 14명 중 9명(64.3%)은 추적관찰 기간 동안 BI-RADS category의 상향 조정 없이 경과 관찰 중이며, 3명(21.4%)은 추적관찰이 이루어지지 않았다. 나머지 2명(14.3%)은 수술 후 ABUS로 추적관찰 중 BI-RADS category 4A의 새로운 병변이 발견되어 수술적 절제술을 시행하였으며, 병리학적 진단은 각각 엽상 종양과 섬유선종이었다. 다음으로 촉진성 종괴를 주소로 본원에서 ABUS를 시행한 청소년 9명 중 5명은 수술을 시행하였으며, 4명은 엽상 종양으로 1명은 연소성 섬유선종으로 진

단되었다 (Fig 2). 촉진성 종괴가 있으나 수술을 시행하지 않은 4명 중 3명은 BI-RADS category 3로 초음파 추적관찰을 시행하였고, 나머지 1명은 추적관찰이 이루어지지 않았다.

유방암 선별검사를 위해 ABUS를 시행한 5명 중 2명은 각각 Cowden Syndrome과 phosphatase and tensin homolog (PTEN) hamartoma tumor syndrome의 기저질환 있었고, 1명은 유방암 가족력, 1명은 장기간 경구피임약 복용, 1명은 원발 병소 미상의 전이성 질환 평가를 이유로 검사를 시행하였다. 이들 중 3명은 이상소견이 없어 임상 관찰을 시행하였고, 나머지 2명은 BI-RADS category 3로 초음파로 추적 관찰하였다. 본원에서 시행한 이전 HHUS에서 발견된 병변의 추적관찰을 위해 ABUS를 시행한 3명 중 1명은 추적관찰 중 병변 크기 증가로 수술을 받아 유관내 유두종 (intraductal papilloma)으로 진단되었으며, 나머지 2명은 추적관찰 기간 동안 BI-RADS category의 상향 조정 없이 초음파 추적관찰을 시행하였다. 감염 의

심(n=3), 유방 저형성 의심(n=2), 유즙분비증 (n=1), 프로락틴 상승(n=1)을 이유로 ABUS를 시행한 7명 중 ABUS결과 이상소견이 없었던 4명은 임상적 관찰을 하였으며, BI-RADS category 3 환자 3명은 초음파 추적관찰을 시행하였다.

연구에 포함된 전체 청소년 환자가 본원에서 처음 시행한 ABUS의 BI-RADS category 분포와 그에 따른 후속 진료 결과는 Table 2에 정리되어 있다. BI-RADS category 1으로 분류된 8명의 환자는 모두 임상 관찰하였고, category 2로 분류된 환자들 9명 중 7명은 초음파 추적 관찰하였으며, 나머지 2명은 추적관찰이 이루어지지 않았다. BI-RADS category 3로 분류된 환자 27명 중 3명은 초음파 추적관찰 중 크기가 커져서 BI-RADS category 4A로 상향 조정되어 이후 수술을 시행하였고, 8명은 조직검사를 시행 후 수술을 시행하여 총 11명의 환자가 수술적 절제술을 시행하였다. 해당 환자의 수술 후 병리조직검사결과는 엽상 종양 7예, 연소성 섬유선종 2예, 섬유선종 1예, 관상 선종

Table 1. Clinical Indication of Automated Breast Ultrasound and Subsequent Outcome in Adolescent Patients

Clinical Indication	No. of Patients	Subsequent Outcome
Abnormal Findings on Outside US or Biopsy	15 (28.3)	Surgery (n=11) Lost to Follow-up (n=2) US Follow-up (n=1) Negative Finding (n=1)
Postoperative Follow-up	14 (26.4)	US Follow-up (n=9) Lost to Follow-up (n=3) Surgery (n=2)
Palpable Mass	9 (17.0)	Surgery (n=5) US Follow-up (n=3) Lost to Follow-up (n=1)
Breast Cancer Screening	5 (9.5)	Negative Finding (n=3) US follow-up (n=2)
with Underlying disease	n=2	
with Family History of Breast Cancer	n=1	
with Oral Contraceptive	n=1	
with Metastasis of Unknown Origin	n=1	
Follow-up of Lesions Detected on Previous Handheld US	3 (5.7)	US Follow-up (n=2) Surgery (n=1)
Suspected Infection	3 (5.7)	US follow-up (n=1) Lost to follow-up (n=1) Negative (n=1)
Suspected Breast Hypoplasia	2 (3.8)	US follow-up (n=1) Negative (n=1)
Galactorrhea	1 (1.9)	Negative
Elevated Prolactin	1 (1.9)	Negative
Total	53 (100)	

Note - Data are presented as number (%) of patients. US Ultrasound, ABUS = automated breast ultrasound; US = ultrasound; BI-RADS = Breast Imaging Reporting and Data System; DCIS = ductal carcinoma in situ

1예였다. Category 3 중 수술을 시행하지 않은 나머지 16명의 환자 중, 11명의 환자는 초음파 추적관찰을 시행하였고, 4명은 타원으로 전원 되었으며, 1명은 농양을 동반한 유선염 의심 하에 항생제 치료를 하며 임상 관찰 진행하였다. 초기 BI-RADS category 4A였던 7명의 환자 중 6명은 수술을 시행했고 병리검사에서 엽상 종양 2예, 섬유선종 2예, 연소성 섬유선종 1예, 엽상 종양에서 발생한 다발성 유

방 관상피내암 1예로 진단되었다. Category 4A의 나머지 1명은 추적관찰이 이루어지지 않았다. BI-RADS category 4B인 2명의 환자는 모두 수술적 절제술을 시행했으며 2예 모두 엽상 종양으로 진단되었다.

본 연구에 포함된 53명의 청소년 환자에서 시행된 총 91건의 ABUS 검사 중 89건(97.8%)은 추가적인 보조 HHUS 없이 판독이 가능하였다. 추가 HHUS가 필요

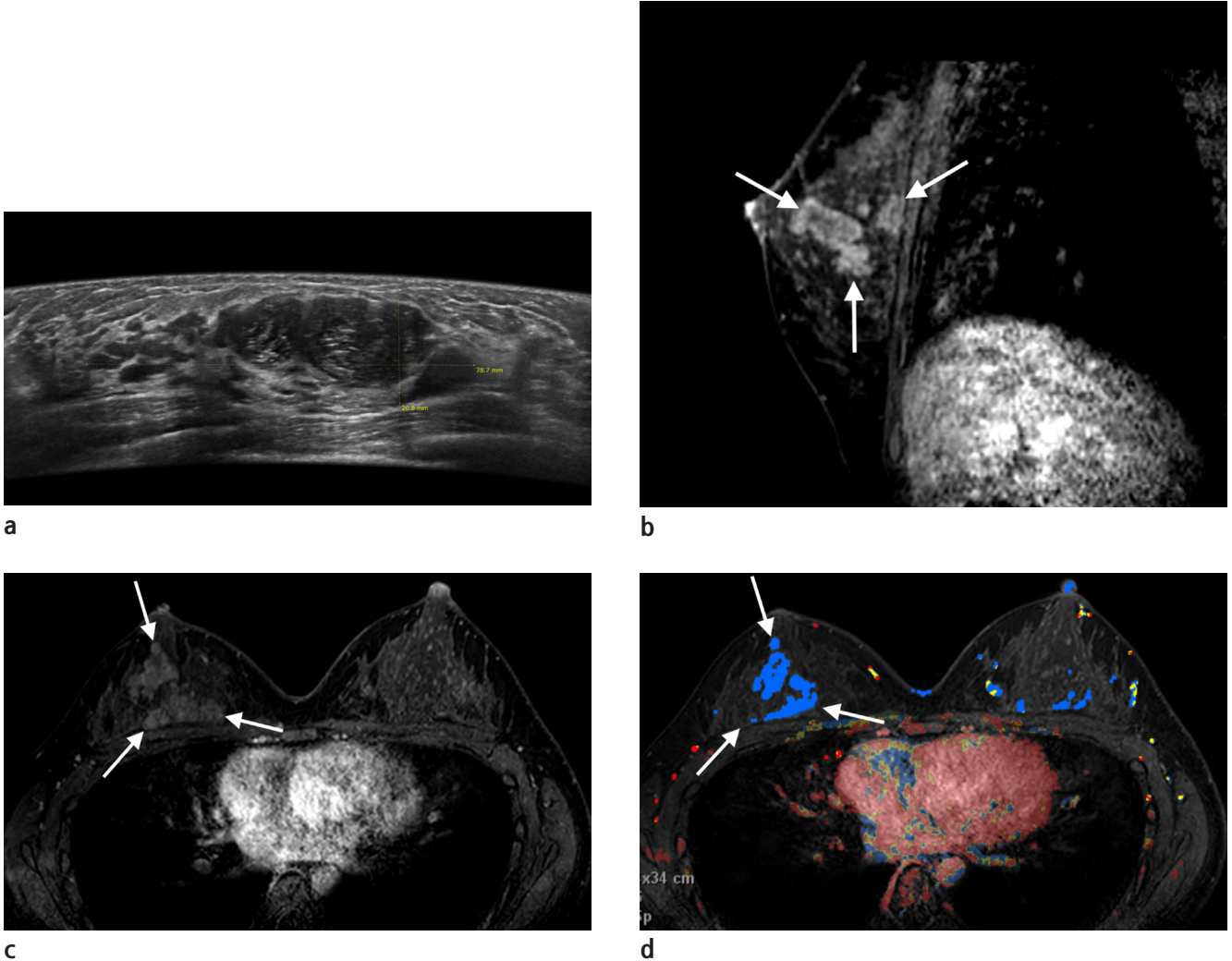


Fig. 1. Automated breast ultrasound (ABUS) and MRI findings in a 14-year-old girl referred for abnormal US findings from an outside clinic.

(a) ABUS shows multiple oval, circumscribed, hypoechoic masses at the 12 o'clock position of the right breast, with an overall extent of $7.9 \times 2.1 \times 4.4$ cm. While most masses are oval, several larger lesions exhibit irregular shapes with circumscribed margins. The lesion was assessed as BI-RADS category 4A. Following a lumpectomy of the largest mass, histopathology revealed multifocal ductal carcinoma in situ arising in a phyllodes tumor. Subsequent contrast-enhanced breast MRI for surgical planning demonstrated multiple residual oval circumscribed masses (arrows) adjacent to the operative bed on early-phase sagittal (b) and axial (c) images. The maximum intensity projection image (d) shows fast and persistent enhancement pattern. The patient underwent a nipple-sparing mastectomy, and the final diagnosis was ductal carcinoma in situ arising in a phyllodes tumor.

Table 2. Initial BI-RADS Category of Automated Breast Ultrasound and Subsequent Outcome in Adolescent Patients

ABUS BI-RADS	No. of Patients	Subsequent Outcome
Category 1	8 (15.1)	Clinical Observation (n=8)
Category 2	9 (17.0)	US follow-up (n=7) Lost to follow-up (n=2)
Category 3	27 (50.9)	Surgery (n=11), US follow-up (n=11) Lost to follow-up (n=4) Clinical observation (n=1, breast abscess)
Category 4A	7 (13.2)	Surgery (n=6) Lost to follow-up (n=1)
Category 4B	2 (3.8)	Surgery (n=2)
Total	53 (100)	

Note - Data are presented as number (%) of patients.

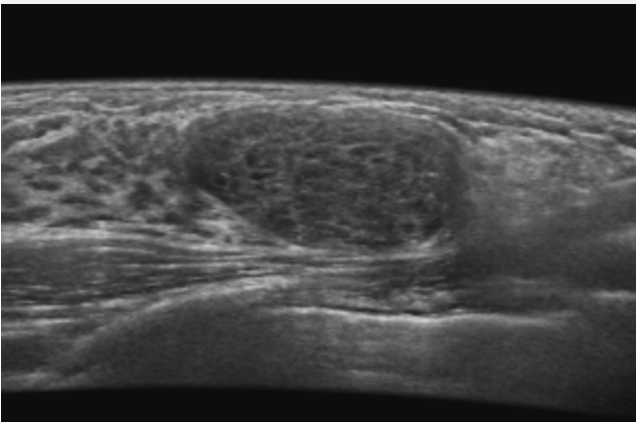


Fig. 2. Automated breast ultrasound (ABUS) findings in a 17-year-old girl presenting with a palpable mass. A 3.6 cm circumscribed, oval, heterogeneous echoic mass with internal anechoic foci is observed at the 1 o'clock position of the right breast. The mass was assessed as BI-RADS category 3 and was surgically excised at the patient's request. Histopathology confirmed a benign phyllodes tumor.

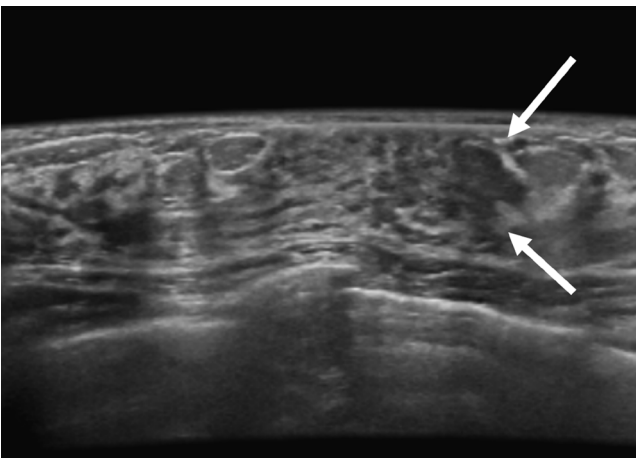
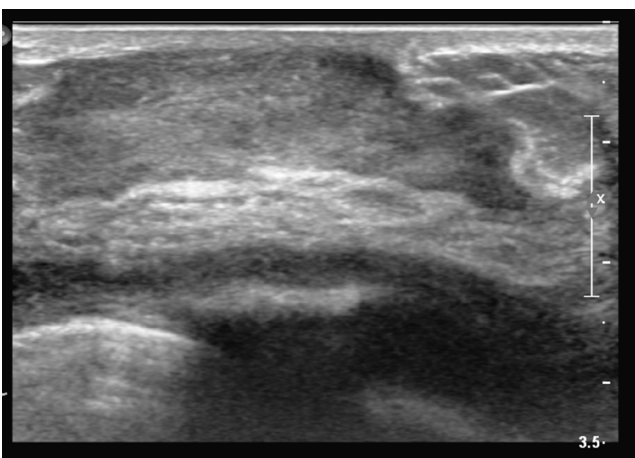


Fig. 3. Automated breast ultrasound (ABUS) finding in a 13-year-old girl 6 months after right lumpectomy for a benign phyllodes tumor. (a) ABUS shows a suspicious hypoechoic area (arrows) near the surgical scar at the 12 o'clock position of the right breast. (b) Handheld ultrasound (HHUS) of the same region reveals no corresponding mass, identifying the finding as normal fibroglandular tissue with postoperative changes rather than a true lesion.



했던 2건 중 1건은 수술 후 반흔에 의한 후방 음영 감쇠(acoustic shadowing)로 인해 병변의 진성 여부 판단이 어려웠던 경우였으며 해당 환자에서 1년 뒤 시행한 후속 추적관찰 ABUS에서는 추가 HHUS 없이 평가가 가능하였다(Fig 3). 다른 1건은 급성 감염이 의심된 유방통 환자에서 ABUS 탐촉자와 피부 사이의 접촉이 충분하지 않아 추가 HHUS가 필요했던 경우였다. 즉, 본 코호트에서는 대부분의 ABUS 검사가 추가 HHUS 없이 해석 가능하여, 추가 HHUS의 필요성은 제한적이었다.

연구 포함 환자 중 총 33명이 2번 이상의 ABUS 검사를 시행하였고, ABUS 중위 추적관찰기간은 649일(범위, 180 - 2576일)이었다. 이중 7명이 ABUS추적관찰검사서 병변의 크기가 커지거나 새로운 병변이 나타나 수술을 시행했으며, 병리 검사결과 5명은 엽상 종양, 1명은 연소성 섬유선종, 1명은 섬유선종이었다. 추적관찰 기간 동안 초음파 검사 후 임상적 진료 방침에 영향을 미칠 정도의 판독 불일치는 확인되지 않았다.

고 찰

본 연구는 청소년 환자군에서 ABUS를 시행한 증례를 분석하여, 성인뿐만 아니라 청소년 유방 평가에서도 ABUS가 다양한 임상적 적응증에 실제로 적용 가능함을 보여준 초기 단일 기관 임상 경험이라는 점에서 의의가 있다. 유방 초음파는 청소년 유방 질환의 영상평가에서 일차적으로 고려되는 기법으로, 기존의 HHUS는 이러한 역할을 임상에서 충실히 수행해 왔으나, 검사자의 숙련도에 따른 편차와 재현성의 한계를 가지고 있다(6, 9). 반면에 ABUS는 전체 유방을 모두 포함하는 표준화된 3차원 용적 영상을 제공하므로, 검사자 의존성이 낮고 반복 검사 시 병변의 위치와 크기를 보다 객관적으로 비교할 수 있다는 장점이 있다(4, 10, 11). 물론, 청소년은 성인 여성에 비해 상대적으로 유방 용적이 작아 ABUS 영상 획득에 기술적 어려움이 있을 수 있다. ABUS는 탐촉자의 접촉 면적이 넓어 특히 유방 크기가 작거나 주변부 곡률이 큰 부위에서는 압박이 어렵고, 탐촉자와 피부 사이의 균일한 접촉을 얻기 어려워 영상 획득이 어려울 수 있다(12, 13). 그러나 본 연구 결과, 총 91건의 ABUS 중 89건(97.8%)에서 추가적인 HHUS 없이 판독 가능하였다는 점은, 청소년처럼 유방 용적이 비교적 작은 환자에서도 적절한 자세와 압박이 이루어진다면 ABUS로 충분한 영상 획득이 가능함을 시사한다. 또한 외부 초음파 이상 소견이나 촉진성 종괴를 주소로 내원한 환자의 초기 평가에서 ABUS만으로 병변의 평가와 이후 진료 방향

결정에 충분한 영상을 얻을 수 있었다는 점에서, 청소년 유방 영상에서 ABUS의 실질적 활용 가능성을 뒷받침한다.

본 연구에서 ABUS의 임상적 의의는 유방 병변의 추적관찰과 수술 후 추적관찰에서도 확인되었다. 청소년 유방 병변은 대부분 양성이며, 전형적인 양성 고형 종괴의 경우 불필요한 침습적 검사보다는 초음파 추적관찰이 권고되는 경우가 많다(6, 14, 15). 특히 연소성 섬유선종이나 엽상 종양처럼 크기 증가 여부와 이전 검사와의 비교가 향후 치료 방침 결정에 중요한 질환에서는, 반복 검사 사이의 객관적 비교가 가능한 영상 기법이 유리할 수 있다(6, 14). 성인 대상의 유방 영상 문헌에서도 ABUS는 반복되는 초음파 추적관찰에서 병변의 위치, 크기, 영상 특징에 대해 높은 재현성을 보여 추적관찰에 유용할 수 있는 것으로 보고되었고, 표준화된 영상 획득을 바탕으로 이전 영상과의 객관적 비교를 가능하게 하는 장점이 제시되었다(4). 본 연구에서는 33명의 환자가 2회 이상 ABUS를 시행 받았고, 중위 추적관찰 기간은 649일이었으며, 이 중 7명에서 병변 크기 증가 또는 새로운 병변의 발생으로 수술적 절제가 이루어졌다. 반면 수술이 필요하지 않았던 다수의 환자에서는 추적관찰 동안 유의한 악화 없이 경과관찰이 가능하며, ABUS가 청소년 유방 병변의 장기적 경과 관찰과 수술 후 평가에 유용할 가능성을 보여주었다.

본 연구는 몇 가지 한계점을 가진다. 첫째, 본 연구는 단일기관 후향적 연구로 대상자 수가 적고 12-18세 청소년에 국한되어 있어, 결과를 전체 청소년 환자군으로 일반화하는 데 한계가 있다. 둘째, 연구기간 동안 유방 초음파가 필요한 모든 청소년 환자에게 ABUS를 시행한 것이 아니라, 검사에 협조가 가능하고 촬영에 대한 거부감이 없는 12세 이상 환자에서 선택적으로 시행하였으며, 사전에 정의된 명확한 검사대상 포함 기준에 따라 대상을 선정한 것도 아니었다. 따라서 선택 편향(selection bias)이 개입되었을 가능성이 있으며, 이 점은 본 연구 결과의 해석에 있어 중요한 제한점으로 고려되어야 한다. 셋째, 본 연구는 HHUS와 ABUS를 직접 비교한 연구가 아니므로, ABUS의 기술적 장점이나 추적관찰에서의 유용성은 기존 성인 문헌과 본 연구에서 확인된 실제 적용 가능성을 바탕으로 해석할 필요가 있다. 마지막으로, 병리학적 확진이 모든 증례에서 가능하지 않았고 일부 환자는 추적관찰이 중단되거나 타 병원으로 전원되어 장기 경과를 완전히 확인할 수 없었다. 따라서 향후에는 더 많은 청소년 환자를 대상으로 한 다기관 전향적 연구와 HHUS와의 직접 비교를 통해, 청소년 유방 평가에서 ABUS의 적절한 적응증과 실제 임상적 유용성을 보다 명확히 규명할 필요가 있다.

본 연구에서 ABUS는 청소년 유방 평가를 위한 영상 검사로 높은 적용 가능성을 보였으며, 대부분의 검사에서 추가적인 HHUS없이 판독이 가능하였다. 또한 병변의 추적 관찰과 수술 후 재평가에서도 유용할 가능성을 보였다. 향후 더 큰 규모의 다기관 전향적 연구를 통해 청소년 유방질환에서 ABUS의 적절한 적응증과 임상적 역할을 규명할 필요가 있겠다.

참 고 문 헌

1. Giger, M.L., et al., Automated Breast Ultrasound in Breast Cancer Screening of Women With Dense Breasts: Reader Study of Mammography-Negative and Mammography-Positive Cancers. *AJR Am J Roentgenol*, 2016. 206(6): p. 1341-50.
2. Jia, M., et al., Diagnostic performance of automated breast ultrasound and handheld ultrasound in women with dense breasts. *Breast Cancer Res Treat*, 2020. 181(3): p. 589-597.
3. Jassim, G., F. AlZayani, and S. Dsilva, Adjunct Automated Breast Ultrasound in Mammographic Screening: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Imaging*, 2025. 12(1).
4. Chang, J.M., et al., Automated breast ultrasound system (ABUS): reproducibility of mass localization, size measurement, and characterization on serial examinations. *Acta Radiol*, 2015. 56(10): p. 1163-70.
5. den Dekker, B.M., et al., Diagnostic accuracy of supplemental three-dimensional breast ultrasound in the work-up of BI-RADS 0 screening recalls. *Insights Imaging*, 2024. 15(1): p. 131.
6. Ferre, R. and C.M. Kuzmiak, Pediatric and adolescent breast masses: imaging evaluation and management—An educational review. *Clin Imaging*, 2026. 131: p. 110726.
7. Kaneda, H.J., et al., Pediatric and adolescent breast masses: a review of pathophysiology, imaging, diagnosis, and treatment. *AJR Am J Roentgenol*, 2013. 200(2): p. W204-12.
8. Giannotti, E., et al., Assessment of pediatric breast ultrasound less is more: a practical imaging approach. *Acta Radiol*, 2024. 65(12): p. 1465-1472.
9. Chiu, J., et al., Improving Lesion Location Reproducibility in Handheld Breast Ultrasound. *Diagnostics (Basel)*, 2024. 14(15).
10. van Zelst, J.C.M. and R.M. Mann, Automated Three-dimensional Breast US for Screening: Technique, Artifacts, and Lesion Characterization. *Radiographics*, 2018. 38(3): p. 663-683.
11. Klein Wolterink, F., et al., Diagnostic performance of 3D automated breast ultrasound (3D-ABUS) in a clinical screening setting—a retrospective study. *Eur Radiol*, 2024. 34(8): p. 5451-5460.
12. Jahed, D.A., et al., Automated Breast Ultrasound (ABUS): A Pictorial Essay of Common Artifacts and Benign and Malignant Pathology. *J Ultrason*, 2022. 22(91): p. e222-e235.
13. Kim, S.H., Image quality and artifacts in automated breast ultrasonography. *Ultrasonography*, 2019. 38(1): p. 83-91.
14. Omar, L., et al., Management of Palpable Pediatric Breast Masses With Ultrasound Characteristics of Fibroadenoma: A More Conservative Approach. *AJR Am J Roentgenol*, 2019. 212(2): p. 450-455.
15. Sosnowska-Sienkiewicz, P., D. Januszkiewicz-Lewandowska, and P. Mankowski, Benign and malignant breast lesions in children and adolescents – diagnostic and therapeutic approach. *Front Pediatr*, 2024. 12: p. 1417050.

Clinical Applicability of Automated Breast Ultrasound in Adolescents: A Single-Center Retrospective Study

Ji Young Kim^{1,2}, Young Jin Ryu^{1,2}, Sun Mi Kim^{1,2}, Mijung Jang^{1,2}, Sung Ui Shin^{1,2},
Su Min Cho^{1,2}, Kyeongjin Lee^{1,2}, Bo La Yun^{1,2}

¹Department of Radiology, Seoul National University Bundang Hospital, Seongnam, Korea

²Department of Radiology, Seoul National University College of Medicine, Seoul, Korea.

Purpose: To evaluate the clinical applicability and potential utility of automated breast ultrasound (ABUS) in adolescent breast evaluation.

Materials and Methods: A retrospective analysis was performed in 53 adolescents who underwent ABUS at our institution between May 2017 and February 2026, comprising a total of 91 examinations. Patient age, sex, indications for ABUS, imaging findings, subsequent diagnostic and therapeutic management, and pathologic results were reviewed. In patients who underwent follow-up imaging, the duration of follow-up and any additional evaluation or treatment performed were also assessed. All ABUS examinations were performed using the Invenia ABUS system.

Results: All 53 patients were female, and the median age was 17 years (range, 12–18 years). The most common indication for ABUS was abnormal findings on outside ultrasound or biopsy (15 patients, 28.3%), followed by postoperative follow-up (14, 26.4%), palpable mass (9, 17.0%), and breast cancer screening (5, 9.5%). Of the 91 ABUS examinations, 89 (97.8%) were interpretable without additional handheld ultrasound (HHUS). During lesion follow-up or postoperative follow-up, no interpretation discrepancy affecting subsequent clinical management was identified.

Conclusion: ABUS showed high clinical applicability as an imaging modality for adolescent breast evaluation, and most examinations were interpretable without additional HHUS. ABUS may also be useful for lesion follow-up and postoperative image follow-up.

Index words: Automated breast ultrasound (ABUS); Breast diseases; Adolescent

Corresponding author: Bo La Yun, M.D., Ph.D.