

자동 유방 초음파

장정민 · 최병인 · 문우경

서울대학교 의과대학 영상의학교실, 방사선의학연구소

서 론

유방암의 조기 발견은 유방암의 생존율을 높여주고, 진행되기 이전에 발견함으로 인해, 질병의 이환율을 감소시켜 주므로, 조기 발견은 유방암 치료를 위한 가장 중요한 목표라 할 수 있다. 지금까지, 유방암 검진을 위한 유방 촬영술이 유방암으로 인한 사망률을 감소시키는 유일한 방법으로 인정받고 있다 (1, 2). 그러나, 유방 촬영술은 치밀 유방을 가진 여성들에서는 그 민감도가 떨어져, 50세 이하의 젊은 여성에서는 그 효과가 제한적이다 (3, 4). 특히, 우리나라 유방암은 젊은 여성에서 발병이 많다는 점이 특징을 보이고 있는데, 발생 평균연령은 48세로 40~49세까지의 환자가 전체의 40%를 차지하며, 30세 미만 환자도 16%로 폐경 전 40대 이하 유방암 발생이 전체 환자의 56.6%이다.

최근 유방암 고위험군 여성, 2800명을 대상으로 한 전향적 연구(ACRIN 6666)에서 유방초음파를 검진유방촬영에 추가로 시행할 경우 유방 촬영술만을 시행하는 경우보다 1000명 당 4.2명의 유방암 환자를 더 발견할 수 있다고 보고되었으며, 발견된 암들은 크기가 작고 임파선 전이가 되지 않은 조기암이었음을 보고하였다 (5). 유방초음파의 경우 방사선 피폭이 없고, 비교적 널리 보급된 검사법이며, 유방초음파에서 발견된 병변에 대한 조직검사가 간단하여 우리나라에서 실현 가능한 유방암 검진의 보완 방법이다. 그러나, 시행자에 따라 진단능의 차이가 크고, 위양성 병변의 발견이 많고, 의사가 직

접 검사함으로 인한 비용상승의 문제가 있다. 따라서, 검사자에 덜 의존적이며 객관적인 영상을 획득할 수 있는 자동 초음파 개발에 대한 필요성 발생하고 있다 (6).

최근 개발된 삼차원 유방 자동 초음파는 고주파 프로브를 장착한 초음파 기기로서, 재현성 있는 데이터를 구축할 수 있으며, 한번에 넓은 유방은 빠르게 검사할 수 있으며, 수동 초음파에서 보이는 시행자에 따른 차이를 줄일 수 있는 것으로 되어 있어 (7), 유방암 검진을 위한 방법으로 적절한 것으로 보고되어 있다 (8-13). 또한, 삼차원 영상으로 재구성 가능하며, 고형 종괴 자체의 모양 및 변연, 에코 외에도 주변의 조직의 변화를 삼차원으로 보다 효과적으로 보여주기 때문에 종괴 감별에 있어 도움을 준다. 컴퓨터 지원 진단(computer-aided detection and diagnosis)의 접목을 통한 비숙련의사의 양성-악성 판별을 효과적으로 할 수 있도록 보조할 수 있다 (14, 15).

본 종설에서는 지금까지 의료 현장에 알려져 있거나 사용되고 있는 여러 종류의 자동초음파를 알아보고, 그들 중 하나에 대한 본 병원에서의 경험을 바탕으로 다양한 병변의 수동 초음파와 자동 초음파 영상을 살펴 보고자 한다.

1. 삼차원 자동 초음파의 발전과 종류

삼차원 자동 초음파는 크게 Prone 방식, Supine 방식, 그리고 Upright 방식이 있다.

1970년대 후반부터 1980년대 후반까지 Prone 방식 자동초음파 장치로 3-4.5 Mhz Octoson (Ultrasound Institute, Sydney, Austria)과 SMV 120과 50 Sonic Mammographic Viewing systems (Technicare, USA) 이 있다. Supine 방식의 자동 초음파로는 4Mhz/7Mhz 의 Labsonics (Indianapolis, IN, USA)가 소개된 바 있으나, 낮은 해상도로 인해 상용화에 실패하였다.

본 연구는 교육 과학 기술부 원천 기술 개발 사업(미래기반기술개발, 신기술 융합형 성장 동력 사업)의 지원에 의하여 이루어진 것임 (과제 고유번호: 2009-0082068)

통신저자 : 문우경

(110-744) 서울시 종로구 연건동 28, 서울대학교 의과대학 영상의학교실, 방사선의학연구소

Tel. (02)2072-3928, Fax. (02)743-6358

E-mail: moonwk@radcom.snu.ac.kr

2006년 U-System에서는 볼륨 초음파 기술을 기반으로 upright와 supine 방식의 자동 유방초음파 (ScanStation, 4-7Mhz, U-System, San Jose, CA, USA)를 개발하여 상용화하였다. 초기 U-System에서 제공하는 방법은 X-선 유방 촬영기처럼 유방을 압박판으로 압박한 상태로 초음파 탐촉자가 압박판 위를 가로 지르며 스캔하는 것으로 이런 방식은 유방이 큰 서양여성에게는 효과적이었지만, 작은 유방을 가진 여성 특히 동양 여성의 경우 촬영 가능 영역이 너무 작다는 점과 사람에 따라 다른 크기, 형태, 밀도를 가진 유방을 스캔하는 경우 영상의 균일성을 보장하지 못하는 문제가 발견되었다. 이로 인해 최근에는 Supine 방식의 기술로 전환하였다. Supine방식은 초음파 스캔을 위한 손잡이가 달린 Frame을 사용 유방에 대고 스캔하고 있다. U-System의 영상은 과거 방식과 비교할 때, 높은 해상도와 정확한 위치정보를 제공하는 장점이 있으나, supine, compression 방식 모두에서 유방을 압박하여 형태를 왜곡하는 문제가 있으며 형태의 왜곡은 영상 획득에 있어서 재현성 문제를 야기할 수 있다. 이외에도 기존의 초음파 프로브에 컴퓨터 장착하여 자동적으로 영상을 얻는 방식인 SonoCine (Reno, NV), 그리고 초음파와 유방촬영기를 함께 장치한 dual-modality ultrasound/digital mammography system 인 GE LOGIQ 9 ultrasound system 와 GE Senographe 2000D digital mammography unit (GE Healthcare, Milwaukee, WI) 가 있다.

Prone 방식의 자동 초음파 기기로는 현재 TechniScan과 Aloka 등에 의해 개발된 장치들이 있는데 이들은 Suspension방식으로, 환자가 Scanner에 옆드려서 또는 앉아서 촬영하게 된다. Compression 방식에 비해 압박없이 자연스런 상태에서 유방 영상 획득이 가능하나 상대적으로 해상도가 낮고 유방 전체를 포함시키는데 제한점이 있다.

2. 자동 초음파를 통한 영상 획득

본 병원에서 임상 시험을 시행한 Supine 방식의 자동

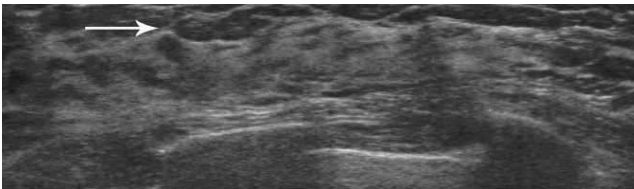


그림 1. 삼차원 자동 초음파의 횡단면 영상. 고에코의 선상 구조물(화살표)는 쿠퍼씨 인대이다. 수동 초음파 영상과 마찬가지로 피하지방층, 섬유 유선층, 흉벽이 차례로 보이고 있다.

초음파의 영상 획득 방식은 다음과 같다. U-system 사의 자동 유방 초음파 장치는 크게 scan station 과 view station 으로 나누어져 있다. 환자를 검사 침대에 눕게 한 다음 양팔을 위로 올린 상태에서, 초음파 프로브의 접촉면과 피부사이에 공간이 발생하지 않도록 자동 초음파 전용 로션을 충분히 바른다. 이후 프로브를 유방에 대고 스캔을 시작한다. 이 때, 프로브가 환자의 전체 유방을 한번에 포함하기 어렵기 때문에 2-3회에 나누어 일부 조직은 서로 겹치게 스캔을 시행한다. 한쪽 유방 스캔에 필요한 시간은 대략 3-4분 정도이며, 한쪽 유방 스캔이 끝나면 다른쪽 유방을 이어서 스캔하도록 한다. 한 명에서 얻은 스캔 데이터는 대략 700 메가 바이트 정도이며, 스캔 thickness 는 1 mm 간격으로 보여지게 된다. 이후 스캔이 끝나면, 얻은 데이터를 view station 에서 확인하여 병변 유무를 평가하게 된다.

3. 정상 유방의 자동 유방 초음파 영상

자동 유방 초음파를 통한 양측 정상 유방은 대칭적으로 보인다. 피부는 얇고 부드러운 선으로 보이며, 그 아래의 피하지방층은 저에코로 보인다. 피하 지방층의 두께는 다양하게 보일 수 있으며, 지방층을 가로 지르는 고에코의 선상 구조물들은 쿠퍼씨 인대이다. 유방 실질은 다양한 정도의 섬유 및 유선 조직으로 구성되어 있으며,

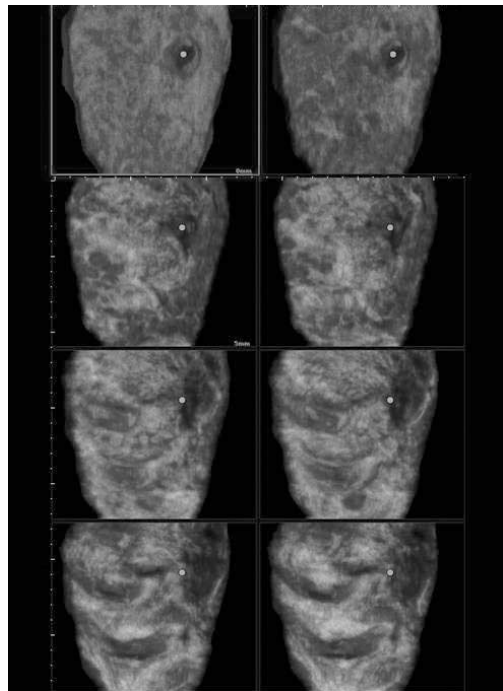


그림 2. 삼차원 자동 초음파의 삼차원 재구성 영상. 위에서부터 아래 방향으로 피부에서부터 흉벽까지 단면 영상을 여러 개의 단면으로 표현하고 있다. 영상 중앙의 노란색 점은 유두를 가리킨다.

섬유 조직은 비교적 고에코를 그리고, 유선조직은 약간 낮은 에코를 보이게 된다 (그림 1). 정상 유관 및 늘어난 유관도 확인 가능하다. 자동 초음파 영상의 횡단 영상은 수동 초음파 영상과 거의 같게 보인다고 볼 수 있으며, 삼차원 재구성 영상을 유방의 피부에서부터 흉벽까지 다양한 두께로 단면을 관상 영상으로 보여줄 수 있다 (그림 2).

4. 양성 및 악성 병변의 진단

유방 내 국소 병변은 수동 초음파에서와 마찬가지로 U-system 을 통한 자동 초음파를 통해 정확한 발견과 감별이 가능하다. Chiang 등에 의한 보고에 의하면, 유방 병변의 발견에 있어서의 자동 초음파와 수동 초음파를 비교하였을 때, 양성 질환의 수동 초음파에서의 발견능은 93.2%, 자동 초음파의 경우 98.0% 였다. 암과 섬유선종의 발견은 자동 및 수동 초음파 모두에서 100% 였다. 유관 확장의 발견은 수동 초음파 100% 및 자동 초음파 87.5%였으며 유관 내 병변의 발견은 수동 초음파 100%, 자동 초음파 67%에 그쳤다. 수동 초음파는 자동 초음파에 비해 유방의 구조물들의 세밀한 표현 및 미세석회화 검출에 있어 보다 우수하며, 병변 자체의 평가는 자동 초음파가 우수하였다 (16). American College of Radiology Breast Imaging Reporting and Data System (ACR BI-RADS) 를 이용하여, 47 개의 암 및 135개의 양성 병변에 대하여, 자동초음파 병변의 대한 진단적 성능에 대한 연구한 결과, 정확도 0.88, 민감도 0.98 를 보였다. 불규칙한 모양, 평행하지 않은 방향, 고에코 달무리, 비국한성 경계, 후방 그림자는 암의 주된 소견이었다 (그림 3). 가장 흔한 위양성 원인은 국소적 섬유화, 유두종, 수술후 반흔 조직, 고에코

낭종이었다 (17). 또한, Kelly 등에 의한 연구에 의하면, 디지털 유방 촬영술 외에 자동 유방 초음파를 더하여 시행한 경우, 암의 진단이 1000명당 3.6명에서 7.2명으로 상승했다고 보고하였다 (18).

5. 삼차원 유방 자동 초음파의 장점 및 단점

치밀 유방을 가진 여성에서, 초음파는 유방 촬영에서 보이지 않는 병변을 발견하게 해 줄 것으로 기대하고 있으나, 초음파 검사가 가지는 여러 가지 문제들로 인해, 아직까지 그 효과가 확실히 입증되지 못하고 있다. 먼저, 초음파는 시행자에 따른 검사 결과의 차이가 있을 수 있으며, 제대로 된 유방 초음파를 시행하기 위해서는 많은 시간의 교육이 필요하게 된다. 이로 인한 의료비 상승의 문제가 발생하게 된다. 또한, 유방 내에는 많은 수의 추적검사가 필요한 병변이 존재 할 수 있어, 이에 대한 객관적 기록이 있어야, 변화 양상을 면밀하게 분석할 수 있다. 이러한 점들에서 자동 초음파는 시행자의 영향이 적은 객관적인 영상을 제공할 수 있다. 그 장점을 정리하면 1) 유방 해부학에 대한 가시적으로 우수한 정보 제공 가능함, 2) 발견된 병변의 위치에 대한 자동화된 객관적 기술이 가능하며, 이후의 추적 검사시 유리함. 3) 컴퓨터 보조 진단의 데이터로 사용 가능함, 4) 오랜 기간의 교육 없이 쉽게 영상 획득 가능함, 5) 영상의학과 의사의 판독 부담 감소 등이다. 그러나, 위의 장점 이외에도 몇 가지 고려해야 하는 문제들이 있다. 우선, 병변 발견에 관한 문제로, 자동초음파에서는 삼차원으로 구성된 영상과, 관상, 측상, 시상 면의 다양한 각도에서 병변을 확인할 수는 있으나, 도플러 영상 또는 탄성 초음파 기법 등 실시간으로 병변을 확인하고, 감별할 수 있는 방법을 사용할 수 없어 병변의 진단 또는 감별이 제한될 수 있

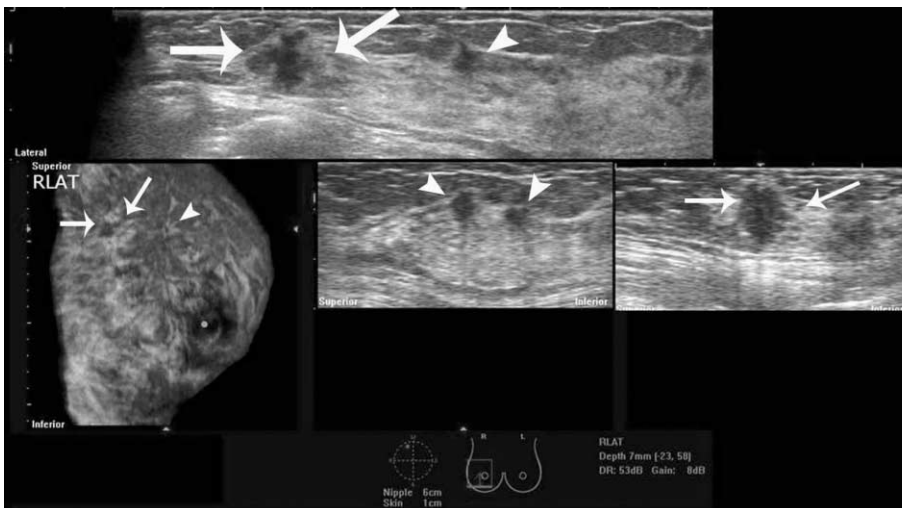


그림 3. 38세 여성의 다초점성 유방암. 우측 상외측 유방에, 유두에서 8 cm (화살표) 및 6cm(화살촉) 떨어진 곳에 각각 침윤성암으로 확인된 경계가 좋지 않은 저에코 병변이 보인다. 좌측 하단의 삼차원 구성 영상에서는 구조왜곡을 동반하고 있는 저에코 종괴로 보여 다발성 암의 발견이 가능하다.

다. 또한, 영상 획득이 비교적 용이하고, 수동 초음파와 비슷한 영상으로 보여주긴 하지만, 영상의 적절한 획득과 획득 영상의 판독을 위해서는 일정 수준의 교육이 필요하다. 자동 유방 초음파의 유방암 진단의 역할을 분석한 논문에서도 11개의 놓친 암 중 9개는 다시 분석할 때 쉽게 찾아낼 수 있는 병변이었음을 확인하였다.

자동 초음파 영상에서 쿠퍼씨 인대 및 섬유화 등에 의해 나타나는 위양성 병변들은 수동 초음파의 경우 각도를 달리하여 눌러 봄으로써 어느 정도 위양성 진단을 줄일 수 있는 반면, 자동 초음파에서는 진성 병변으로 오인되기 쉽다. 또한, 이러한 병변들의 병리 소견을 확인하는 것은 실제로 불가능하다. 마지막으로 자동 유방 초음파를 통한 액와부 검진은 기술적으로 어려운 부분이 많다. 대부분의 자동 초음파 기구들이 유방만을 포함하도록 디자인 되어 있어, 액와부 검진은 추가적으로 시행되어야 한다.

6. 결 론

유방암 검진을 위한 유방 초음파 기술은 급속도로 발전하고 있으며, 초음파 수요의 증가에 따른 자동 초음파의 필요성도 점점 커지고 있다. 아직 임상 데이터가 불충분하고, 객관적 정보를 제공할 수 있다는 장점 외에도 경험의 부족에서 기인하는 문제들이 남아있는 상태이다. 유방암 검진을 위한 도구로 사용되기 위해서는 수동 초음파와 대응되는 자동 초음파 영상을 많이 경험하고, 병변 발견 및 진단에 대한 많은 연구가 필요할 것으로 생각된다.

References

1. Humphrey LL, Helfand M, Chan BK, Woolf SH. Breast cancer screening: a summary of the evidence for the US Preventive Services Task Force. *Ann Intern Med* 2002;137:347-360
2. Duffy SW, Tabar L, Chen HH, et al. The impact of organized mammography service screening on breast carcinoma mortality in seven Swedish counties. *Cancer* 2002;95:458-469
3. Mandelson MT, Oestreicher N, Porter PL, et al. Breast density as a predictor of mammographic detection: comparison of interval- and

- screen-detected cancers. *J Natl Cancer Inst* 2000; 92:1081-1087
4. Kolb TM, Lichy J, Newhouse JH. Comparison of the performance of screening mammography, physical examination, and breast US and evaluation of factors that influence them: an analysis of 27,825 patient evaluations. *Radiology* 2002; 225:165-175
5. Berg WA, Blume JD, Cormack JB, et al. Combined screening with ultrasound and mammography vs mammography alone in women at elevated risk of breast cancer. *JAMA* 2008; 299:2151-2163
6. Berg WA. Tailored supplemental screening for breast cancer: what now and what next? *AJR Am J Roentgenol* 2009; 192:390-399
7. Chou YH, Tiu CM, Chen J, Chang RF. Automated full-field breast ultrasonography: the past and the present. *J Med Ultrasound* 2007; 15:31-44
8. Harper AP, Kelly-Fry E, Noe JS, Bies JR, Jackson VP. Ultrasound in the evaluation of solid breast masses. *Radiology* 1983;146:731-736
9. Maturo VG, Zusmer NR, Gilson AJ, et al. Ultrasound of the whole breast utilizing a dedicated automated breast scanner. *Radiology* 1980;137:457-463
10. Egan RL, Egan KL. Detection of breast carcinoma: comparison of automated water-path whole-breast sonography, mammography, and physical examination. *AJR Am J Roentgenol* 1984;143:493-497
11. Kopans DB, Meyer JE, Lindfors KK. Whole-breast US imaging: four-year follow-up. *Radiology* 1985;157:505-507
12. Bassett LW, Kimme-Smith C, Sutherland LK, Gold RH, Sarti D, King W 3rd. Automated and hand-held breast US: effect on patient management. *Radiology* 1987;165:103-108
13. Jackson VP, Kelly-Fry E, Rothschild PA, Holden RW, Clark SA. Automated breast sonography using a 7.5-MHz PVDF transducer: preliminary clinical evaluation. Work in progress. *Radiology* 1986;159:679-684
14. Sahiner B, Chan HP, Roubidoux MA, et al. Malignant and benign breast masses on 3D US volumetric images: effect of computer-aided diagnosis on radiologist accuracy. *Radiology* 2007;242:716-724
15. Cho N, Moon WK, Cha JH, et al. Differentiating benign from malignant solid breast masses: comparison of two-dimensional and three-dimensional US. *Radiology* 2006; 240:26-32
16. Chiang HR, Tiu CM, Chen SP, et al. Automated fullfield breast ultrasound possesses potential for screening breast cancer in women with dense breasts. *Ultrasound Med Biol* 2006;32:107
17. Chou YH, Tiu CM, Chiang HR, et al. Ultrasound ACR BI-RADS categories: applied in an automated breast ultrasound system: diagnostic reliability. Radiological Society of North America scientific assembly and annual meeting program. Oak Brook, Ill: Radiological Society of North America, 2006
18. Kelly KM, Dean J, Comulada WS, Lee SJ. Breast cancer detection using automated whole breast ultrasound and mammography in radiographically dense breasts. *Eur Radiol* 2009 Sep 2. [Epub ahead of print]