

유방암 검진을 위한 보조 영상 기법의 이해

하수민 · 장정민

서울대학교병원 영상의학과

서론

유방암 고위험군은 BRCA 1, 2 유전자 변이 보유자이거나 유전적 소인을 가진 또는 추정되는 가족력, 10-30세 사이에 흉부 방사선 치료 과거력이 있는 경우이다. 중간 위험도에 속하는 군은 유방암 수술을 받은 과거력, 소엽상피내암이나 비정형 증식증으로 진단된 여성으로 약 10-20%의 위험도를 가진다. 이외에도 치밀유방일수록 유방촬영술의 민감도가 감소하며 유방밀도는 유방암 발병의 위험인자 중 하나로 지방형 유방의 여성보다 2-4배 유방암의 발생위험도가 높다 (1, 2). 유방촬영술은 유방암으로 인한 사망률을 낮추어 주지만 치밀유방 여성에서는 민감도가 약 30-48%에 불과하며 간격암 발생률이 높다 (1, 3-5). 우리나라에서는 유방암 검진을 목적으로 유방촬영술과 유방초음파검사가 병행되어 광범위하게 이용되고 있다. 유방초음파 이외에도 치밀유방 여성에서 디지털 유방단층촬영술 digital breast tomosynthesis; DBT, 자기공명영상 magnetic resonance imaging; MRI 등이 이용되고 있다. 본 종설에서는 유방암 검진을 위한 다양한 영상 검사 방법에 대해 검토하고자 한다.

유방초음파

치밀유방인 여성에서 유방초음파를 부가적으로 시행하는 경우 1,000건의 검진 당 3.2개의 암을 더 발견한다 (6). 유방암 고위험군 여성에서 초음파 검진의 효과를 알아보기 위한 ACRIN 6666 연구는 무증상 치밀유방을 가진 여

성이면서 한 개 이상의 유방암 위험 인자가 있는 고위험군 2,662명에서 3년간 유방촬영술과 초음파를 동시에 시행한 후 그 성적을 평가하였고 유방촬영술과 초음파를 동시에 시행한 경우 민감도가 76%로 유방촬영술 단독의 민감도 52%보다 높았으나 소환율이 16.8%로 9.4%에 비해 높았고 조직 검사 양성 예측도도 16.2%로 38.1%에 비해 낮았다 (7). 일본의 무작위 대조군 연구결과 Japan Strategic Anti-cancer Randomized Trial; J-START에 의하면 40대 평균 위험도 여성 36,000명에 대해 유방촬영술 단독군과 유방촬영술과 초음파 병용 군을 비교한 결과 유방촬영술 이외에 유방초음파를 추가한 군에서 유방촬영술을 단독 시행한 군에 비해 더 많은 암을 발견하였으며 민감도는 91.1% 대 77.0%로 높았고, 특이도는 87.7% 대 91.4%로 낮았으며 병기 0 또는 1기의 암을 71.3% 대 52.0%로 많이 발견하였다 (8). 검진 유방초음파에서만 발견되는 유방암의 특징은 평균 1 cm 이하이며, 대부분 액와 림프절 전이가 없는 조기암이다 (7, 9) (Fig. 1). 그러나 유방초음파는 검사기와 검사자에 대한 의존도가 높다. 더불어 높은 소환율, 조직 검사율, 낮은 양성예측도를 보여 위양성 병변을 많이 발견하여 조직검사 결과가 양성으로 나오는 경우가 많다. 따라서 유방초음파를 추가하여 조기 유방암을 더 발견하는 이득과 위양성 조직검사의 증가, 추가 검사 비용과 시간의 증가 등의 손실과 비교가 필요하다. 자동유방초음파 automated breast ultrasound; ABUS를 이용한 부가적 유방암 검진 역시 1,000명 검진당 1.9-3.6개의 추가적인 암 발견의 효과와 함께 위양성 증가의 제한점을 보여주었다 (10).

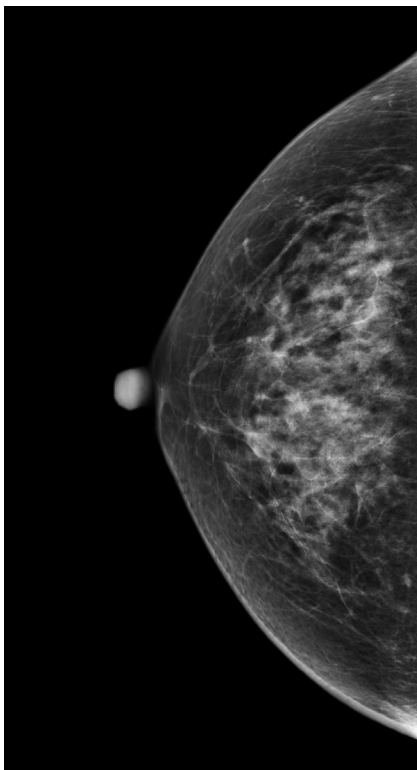
디지털 유방단층촬영술

3차원 유방촬영술 기법을 사용한 디지털 유방단층촬영술은 유방 조직의 겹침을 감소시켜 정상 유방 조직이 유방

통신저자: 하수민
(03080) 서울시 종로구 대학로 101,
서울대학교병원 영상의학과
Tel. (02) 2072-2584 Fax. (02) 743-6385
E-mail: su3ha5@hanmail.net

암을 가리거나 정상 유방 조직이 겹쳐지는 중첩 음영에 의한 위양성율을 감소시켜 준다. 기존 유방촬영술의 제한점인 높은 재검율을 감소시키고 민감도가 향상되어, 유방암의 일차적인 검진 기법으로도 많은 기관에서 활용되고 있다 (11-16). 50-69세 여성 12,631명을 대상으로 전향적 연구를 시행하여 유방촬영술과 디지털 유방단층촬영술을 비교한 연구에 의하면 (17) 디지털 유방단층촬영술을 추가한 경우 위양성율이 61.1%에서 53.1%로 감소하였고, 전체 암 발견율이 1,000건당 6.1개에서 8.0개로 27.0% 증

가하였고 침윤성 암 발견은 1,000건 당 4.4개에서 6.4개로 40.0% 증가 소견을 보였다. 특히 50세 미만의 여성이나 치밀유방 여성에서 진단 성적이 우수하다고 알려져 있어 치밀유방을 가지는 젊은 여성들이 디지털 유방단층촬영술로 검진을 하게 되면 조기암을 빨리 찾을 수 있을 것으로 기대되고 있다 (15, 18-21) (Fig. 2). 최근 한 연구에서 183,989개의 디지털 유방단층촬영술과 196,652개의 유방촬영술의 성적을 비교하였고 이에 의하면 디지털 유방단층촬영술이 암 진단을 놓치는 비율이 1,000건 당 0.6



a



b



c

Fig. 1. An asymptomatic 63-year-old woman with dense breast and negative finding on digital mammography (a). Breast ultrasound reveals a 0.8 cm irregular hypoechoic mass (arrow) in left breast (b). Contrast enhanced breast MRI shows 1.1 cm enhancing mass (arrow) in the left breast (c). She underwent breast conservation surgery for 0.6 cm invasive ductal carcinoma, estrogen receptor positive, progesterone receptor positive, human epidermal growth factor receptor 2 negative, node negative early breast cancer.

개였으며 민감도도 89.9%, 특이도는 90.7%로 유방촬영술에 비해 우수한 성적을 보였다 (22). 최근 유방암 과거력이 있는 여성을 대상으로 유방암 감시 컨소시엄 자료를 이용하여 2007년도부터 2016년도까지 디지털 유방단층촬영술을 시행한 여성과 1995년도부터 2007년도까지 유방촬영술을 시행한 여성을 비교하였다. 이 연구에 의하면 총 32,331명의 여성에서 1,418개의 재발암이 발견되었으며 간격암 발생률은 1,000건 당 3.6개, 민감도는 70.4%로 이는 유방촬영술 단독시의 간격암 발생률 (1,000건 당 3.6개)과 민감도 (65.4%)와 크게 다르지 않았다 (23). 디지털 유방단층촬영술과 초음파를 비교한 이탈리아 Adjunct Screening with Tomosynthesis or Ultrasound in Women With Mammography-Negative Dense Breasts; ASTOUND 연구에 의하면, 유방촬영술에서 치밀유방이며 정상소견이었던 5,300명의 여성을 대상으로 초음파와 디지털 유방단층촬영술을 비교하였을 때, 유방초음파에서 발견되는 유방암 (1,000건 당 4.9개) 중 절반을 디지털 유방단층촬영술이 발견하지 못하였으며 (1,000건 당 2.8개), 반면 초음파 검사에서는 위양성율이 디지털 유방단층촬영술 대비 1.2% 증가하였다 (21, 24). 디지털 유방단층촬영술은 극적인 암 발견율의 증가를 보

이지는 않으나, 암 진단을 용이하게 하면서 동시에 위양성을 낮춘다는 점에서 치밀유방을 가진 여성에서 유용한 유방암 검진 방법으로 기대된다.

유방 자기공명영상

유방암 선별검사 중 가장 높은 민감도를 갖는 검사로 역동적 조영증강 자기공명영상 dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging; DCE MRI은 BRCA1, 2 유전자 변이 보인자나 가족력이 있는 여성 등 고위험군 여성에서 보조적인 검진 검사 방법으로 권고되고 있다 (25-28). 고위험군 여성에서 자기공명영상의 민감도는 유방촬영술보다 평균 2배 이상 높게 보고 되며, 정상 유방촬영술 후 보조적으로 검진 목적으로 시행하는 경우 자기공명영상은 유방초음파보다 3배 이상의 암을 더 찾는다 (7). 아직까지 유방암 과거력이 있는 여성에서의 자기공명영상 검사는 권고되지 않고 있다. 하지만 유방암 과거력이 있는 여성에서 자기공명영상은 약 85%의 민감도를 보여 유방촬영술의 23%의 민감도보다 우수한 진단 성적을 보였으며 (29), 약 1,000건당 10-29개의 암 발견율을 보고하고 있다 (29-32) (Fig. 3). 우리나라에서 시행

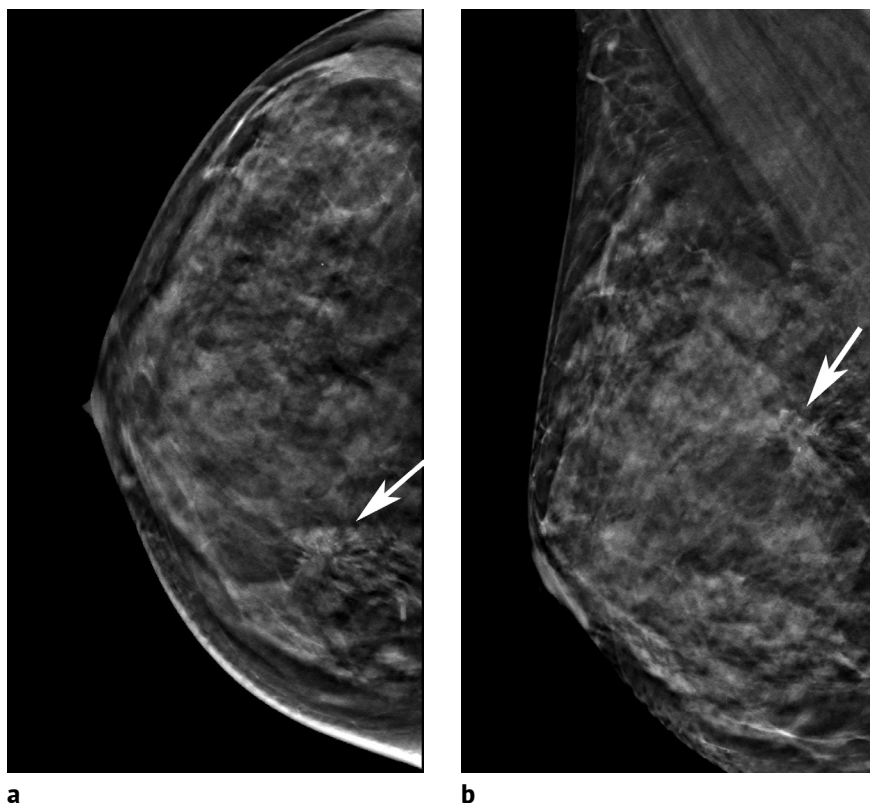
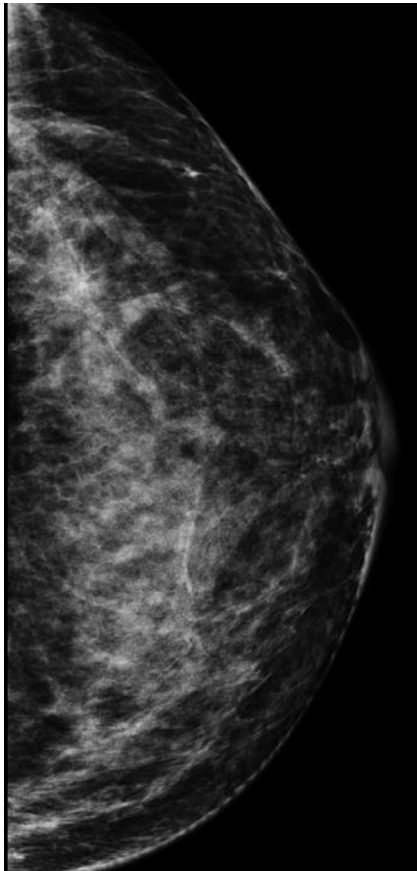


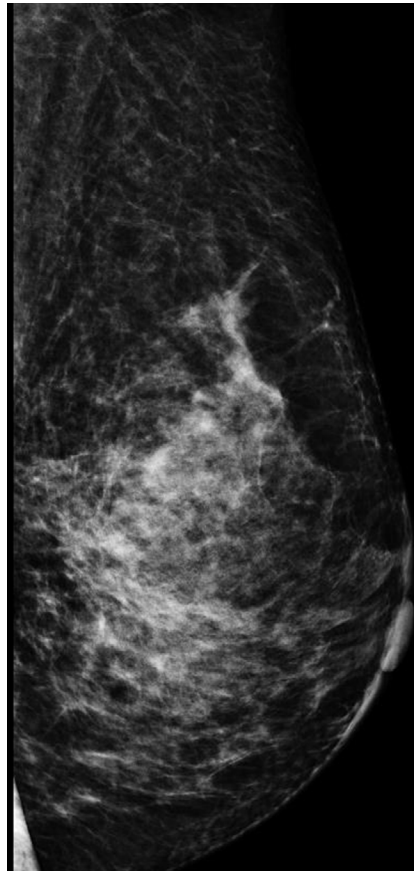
Fig. 2. An asymptomatic 48-year-old woman with dense breast. Tomosynthesis image from right craniocaudal (a) and mediolateral oblique (b) views demonstrate mild architectural distortion with mass and calcification in right lower inner breast (arrows). She underwent breast conservation surgery for ductal carcinoma in situ node negative breast cancer.

한 전향적 다기관 연구에 의하면 754명의 유방 보존 수술을 받은 여성에서 특히 나이가 50세 미만인 경우 자기공명영상(이하 MRI)이 유방촬영술에 비해 조기암을 더 많이 발견하였다 (33). 더불어 치밀유방이면서 유방암 과거력이 있는 여성은 20% 이상의 유방암 위험도를 가져 자기공명영상을 권고하고 있다 (34, 35). 자기공명영상에서 발견된 유방암

은 크기가 작고 조기암으로 88.0%가 침윤암이었으며 모두 림프절 전이가 없었다 (36). 자기공명영상은 유방 밀도와 상관없이 모든 유방암 위험도의 여성에서 암 발견에 민감도가 가장 높지만 위양성률이 비교적 높고 검사 비용이 고가인 것이 검진에 광범위하게 사용하는데 문제이다 (7, 27). 자기공명영상을 검진 목적으로 활용하기 위해서 간

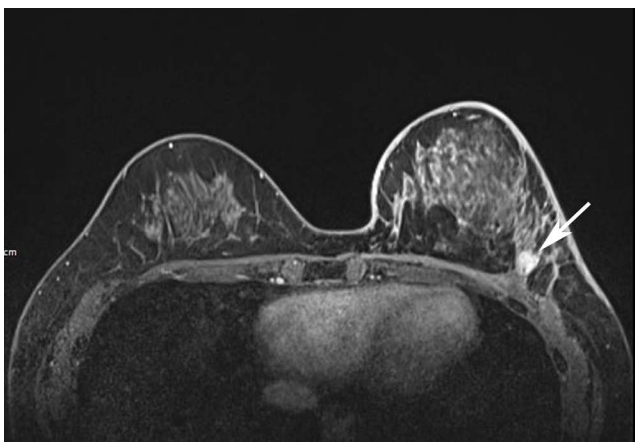


a



b

Fig. 3. A 29-year-old woman treated for invasive ductal carcinoma with breast conservation. Mammography shows postoperative changes in the left breast (a, b). Initial postoperative screening MRI shows an irregular enhancing mass (arrow) in the left operation site (c). She underwent targeted breast ultrasound and it was biopsied revealing recurrent breast cancer (arrow) (d). She underwent total mastectomy for 1.1cm invasive ductal carcinoma, estrogen receptor positive, progesterone receptor positive, human epidermal growth factor receptor 2 negative, node negative recurrent breast cancer.



c



d

소화한 고속 단축 유방 자기공명영상 abbreviated breast MRI, ABMR이 제안되었고 검사시간과 판독시간을 줄이면서도 진단 성적은 전체 프로토콜 유방 자기공명영상과 비슷하다는 연구 결과들이 많이 제시되었다. 네덜란드에서 시행한 Dense Tissue and Early Breast Neoplasm Screening 임상 시험 (Dense trial)은 극도 치밀유방 여성에서 유방촬영술 단독 검진과 비교한 자기공명영상의 추가 검진의 간격암 발생 감소효과를 비교하였다 (37). 2년 주기로 검진을 시행하는 50-75세 여성 중에서 극도 치밀유방이면서 유방촬영술이 정상인 여성 중 추가 자기공명영상 검진에 초대된 군 8,061명과 유방촬영술 검진만 받는 군 32,312명을 2년의 기간 동안 조사한 결과 간격암이 1,000건 당 5.0개, 1,000건 당 2.5개로 2.5개의 유의한 차이를 보였다. 또 다른 ECOG-ACRIN 1141; EA1141 연구는 40-75세의 무증상, 유방암 위험이 평균이면서 치

밀유방 여성에서 단축 유방 자기공명영상과 디지털 유방단층촬영술 검진의 성적을 비교하였다 (38). 전체 암 발견율은 단축 유방 자기공명영상 1,000건당 15.2개, 디지털 유방단층촬영술은 6.2개, 침윤암 발견율은 단축 유방 자기공명영상이 1,000건 당 11.8개 이었고 디지털 유방단층촬영술은 4.8개로 그 차이는 1,000건 당 7개였다. 단축 유방 자기공명영상은 민감도가 95.7%, 특이도가 86.7%의 우수한 성적을 보여 디지털 유방단층촬영술보다 치밀유방에서 더 효과적인 검진 방법임을 밝혔다. DENSE와 EA1141 시험에서 평균 위험도의 치밀유방 여성에서 자기공명영상 추가 검진이 유방촬영술이나 디지털유방단층촬영술 단독 검진과 비교하여 진행성 유방암 감소의 대리 지표인 간격암 감소와 침윤암의 추가 발견에 도움이 됨을 보여주었으나, 위양성을 및 과잉진단의 문제가 아직 남아 있고, 유방암 진단 후 사망률 감소 등으로 장기적 효과가 있

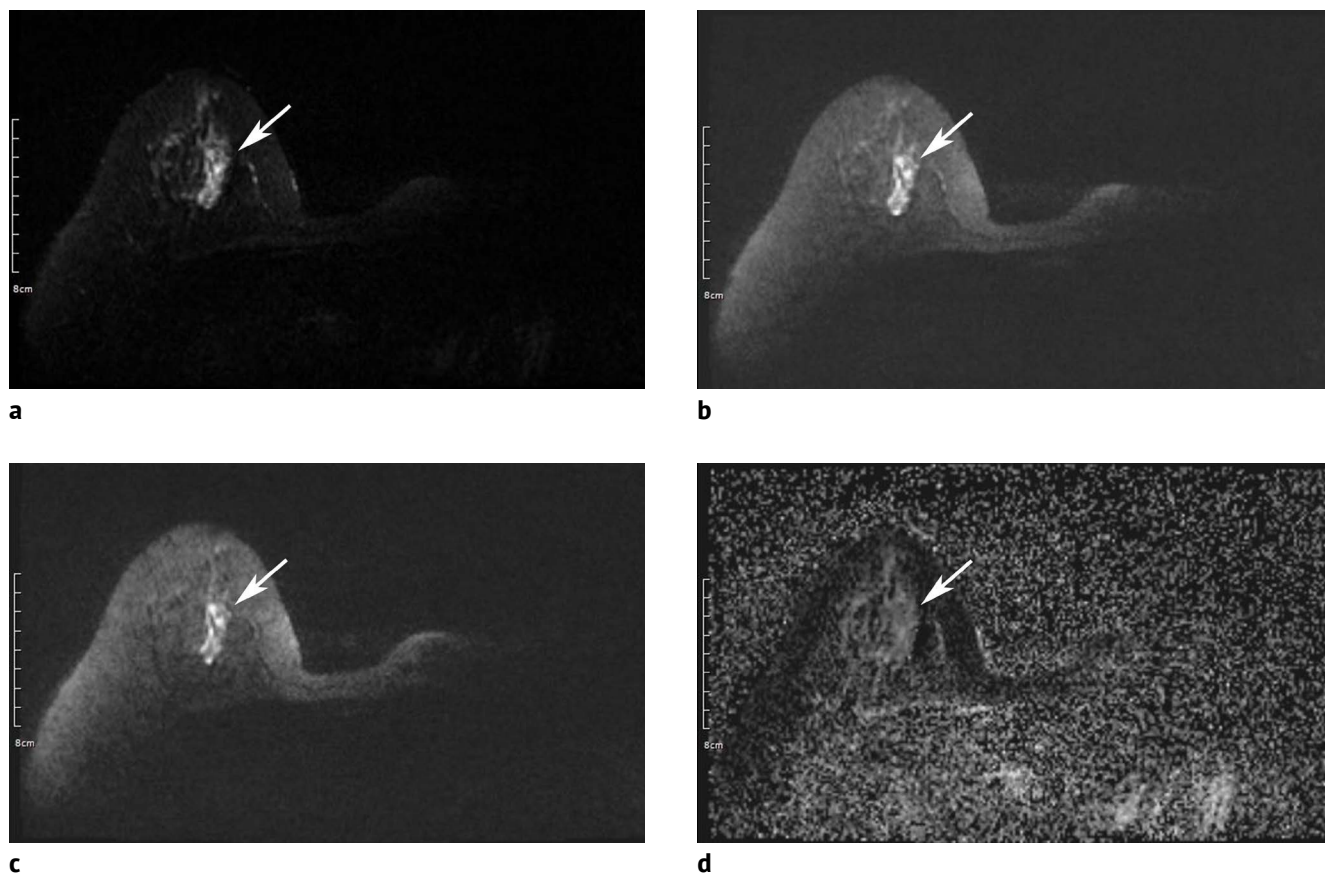


Fig. 4. A 77-year-old woman with left mastectomy. Non contrast diffusion breast MRI obtained with different gradients (a) $b=0 \text{ sec/mm}^2$ (b) $b=800 \text{ sec/mm}^2$ (c) $b=1000 \text{ sec/mm}^2$ and the apparent diffusion coefficient map (d). MRI demonstrates a segmental heterogeneous nonmass lesion with bright signal on diffusion images and dark signal on apparent diffusion coefficient map in the right breast (arrows). She underwent biopsy revealing invasive ductal carcinoma. She underwent total mastectomy for 1.1 cm invasive ductal carcinoma, estrogen receptor positive, progesterone receptor negative, human epidermal growth factor receptor 2 negative, node negative recurrent breast cancer in the contralateral breast.

는지에 대한 연구가 더 필요하다. 자기공명영상은 조영제를 사용하는 검사로 조영제 축적 및 부작용에 대한 우려의 제한점이 있다. 이를 해결하기 위해 비조영 확산강조영상 Diffusion-weighted imaging; DWI을 이용한 고위험군 여성을 위한 유방암 검진도 활발히 연구들이 진행되고 있다 (39, 40). 비조영 확산강조영상은 조직 내 물 분자의 브라운 운동에 의한 확산 정도를 영상화하는 조영제를 쓰지 않는 비조영 검사 방법이다 (Fig. 4). 최근 ACRIN 6702 다기관 확산강조영상 연구 결과에 따르면 확산강조영상은 역동적 조영증강 영상의 조직 검사율을 20% 정도 줄일 수 있다고 보고하였다. 후향적으로 유방촬영술이나 역동적 조영증강 자기공명영상과 비교한 결과 확산강조영상은 유방암 발견에 있어서 높은 민감도와 특이도를 보였다. 우리나라에서도 현재 고위험군 여성을 대상으로 확산강조영상을 이용한 유방암 검진 연구가 진행 중이다 (39).

결 론

결론적으로 고위험군 또는 치밀 유방여성에서의 유방촬영술은 민감도가 낮고 간격암 발생률이 높아 이런 진단적 제한 점을 보완하기 위해 유방초음파, 디지털 유방단층촬영술, 자기공명영상 등을 이용하고 있다. 하지만 조기 유방암 발견의 이득이 있는 동시에 추가 검사 방법 등은 이에 따른 위양성 결과 및 과잉진단 등의 위험이 있다. 그러므로 개별 여성의 위험도, 선호도, 가치를 고려하여 고위험군 또는 치밀 유방여성에서는 각 영상방법들에 대한 이해도를 높이고 환자에게 정확한 정보를 제공하며 효율적인 유방암 검진을 시행해야 할 것이다.

참 고 문 헌

1. Boyd NF, Guo H, Martin LJ, Sun L, Stone J, Fishell E, et al. Mammographic density and the risk and detection of breast cancer. The New England journal of medicine 2007;356:227-236
2. Park B, Cho HM, Lee EH, Song S, Suh M, Choi KS, et al. Does breast density measured through population-based screening independently increase breast cancer risk in Asian females? Clinical epidemiology 2018;10:61-70
3. Hooley RJ, Greenberg KL, Stackhouse RM, Geisel JL, Butler RS, Philpotts LE. Screening US in patients with mammographically dense breasts: initial experience with

- Connecticut Public Act 09-41. Radiology 2012;265:59-69
4. Mandelson MT, Oestreicher N, Porter PL, White D, Finder CA, Taplin SH, et al. Breast density as a predictor of mammographic detection: comparison of interval- and screen-detected cancers. Journal of the National Cancer Institute 2000;92:1081-1087
5. 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
6. Nothacker M, Duda V, Hahn M, Warm M, Degenhardt F, Madjar H, et al. Early detection of breast cancer: benefits and risks of supplemental breast ultrasound in asymptomatic women with mammographically dense breast tissue. A systematic review. BMC cancer 2009;9:335
7. Berg WA, Zhang Z, Lehrer D, Jong RA, Pisano ED, Barr RG, et al. Detection of breast cancer with addition of annual screening ultrasound or a single screening MRI to mammography in women with elevated breast cancer risk. Jama 2012;307:1394-1404
8. Ohuchi N, Suzuki A, Sobue T, Kawai M, Yamamoto S, Zheng YF, et al. Sensitivity and specificity of mammography and adjunctive ultrasonography to screen for breast cancer in the Japan Strategic Anti-cancer Randomized Trial (J-START): a randomised controlled trial. Lancet (London, England) 2016;387:341-348
9. Berg WA. Rationale for a trial of screening breast ultrasound: American College of Radiology Imaging Network (ACRIN) 6666. AJR American journal of roentgenology 2003;180:1225-1228
10. Kelly KM, Dean J, Comulada WS, Lee SJ. Breast cancer detection using automated whole breast ultrasound and mammography in radiographically dense breasts. European radiology 2010;20:734-742
11. Bernardi D, Caumo F, Macaskill P, Ciatto S, Pellegrini M, Brunelli S, et al. Effect of integrating 3D-mammography (digital breast tomosynthesis) with 2D-mammography on radiologists' true-positive and false-positive detection in a population breast screening trial. European journal of cancer (Oxford, England : 1990) 2014;50:1232-1238
12. Ciatto S, Houssami N, Bernardi D, Caumo F, Pellegrini M, Brunelli S, et al. Integration of 3D digital

- mammography with tomosynthesis for population breast-cancer screening (STORM): a prospective comparison study. *The Lancet Oncology* 2013;14:583-589
13. Friedewald SM, Rafferty EA, Rose SL, Durand MA, Plecha DM, Greenberg JS, et al. Breast cancer screening using tomosynthesis in combination with digital mammography. *Jama* 2014;311:2499-2507
14. Houssami N, Macaskill P, Bernardi D, Caumo F, Pellegrini M, Brunelli S, et al. Breast screening using 2D-mammography or integrating digital breast tomosynthesis (3D-mammography) for single-reading or double-reading—evidence to guide future screening strategies. *European journal of cancer (Oxford, England : 1990)* 2014;50:1799-1807
15. McCarthy AM, Kontos D, Synnestvedt M, Tan KS, Heitjan DF, Schnall M, et al. Screening outcomes following implementation of digital breast tomosynthesis in a general-population screening program. *Journal of the National Cancer Institute* 2014;106
16. Rafferty EA, Park JM, Philpotts LE, Poplack SP, Sumkin JH, Halpern EF, et al. Assessing radiologist performance using combined digital mammography and breast tomosynthesis compared with digital mammography alone: results of a multicenter, multireader trial. *Radiology* 2013;266:104-113
17. Skaane P, Bandos AI, Gullien R, Eben EB, Ekseth U, Haakenaasen U, et al. Comparison of digital mammography alone and digital mammography plus tomosynthesis in a population-based screening program. *Radiology* 2013;267:47-56
18. Conant EF, Beaber EF, Sprague BL, Herschorn SD, Weaver DL, Onega T, et al. Breast cancer screening using tomosynthesis in combination with digital mammography compared to digital mammography alone: a cohort study within the PROSPR consortium. *Breast cancer research and treatment* 2016;156:109-116
19. Haas BM, Kalra V, Geisel J, Raghu M, Durand M, Philpotts LE. Comparison of tomosynthesis plus digital mammography and digital mammography alone for breast cancer screening. *Radiology* 2013;269:694-700
20. Rafferty EA, Durand MA, Conant EF, Copit DS, Friedewald SM, Plecha DM, et al. Breast Cancer Screening Using Tomosynthesis and Digital Mammography in Dense and Nondense Breasts. *Jama* 2016;315:1784-1786
21. Tagliafico AS, Calabrese M, Mariscotti G, Durando M, Tosto S, Monetti F, et al. Adjunct Screening With Tomosynthesis or Ultrasound in Women With Mammography-Negative Dense Breasts: Interim Report of a Prospective Comparative Trial. *Journal of clinical oncology : official journal of the American Society of Clinical Oncology* 2016;34:1882-1888
22. Durand MA, Friedewald SM, Plecha DM, Copit DS, Barke LD, Rose SL, et al. False-Negative Rates of Breast Cancer Screening with and without Digital Breast Tomosynthesis. *Radiology* 2021;298:296-305
23. Lee JM, Ichikawa LE, Wernli KJ, Bowles E, Specht JM, Kerlikowske K, et al. Digital Mammography and Breast Tomosynthesis Performance in Women with a Personal History of Breast Cancer, 2007-2016. *Radiology* 2021;300:290-300
24. Tagliafico AS, Mariscotti G, Valdora F, Durando M, Nori J, La Forgia D, et al. A prospective comparative trial of adjunct screening with tomosynthesis or ultrasound in women with mammography-negative dense breasts (ASTOUND-2). *European journal of cancer (Oxford, England : 1990)* 2018;104:39-46
25. Saslow D, Boetes C, Burke W, Harms S, Leach MO, Lehman CD, et al. American Cancer Society guidelines for breast screening with MRI as an adjunct to mammography. *CA: a cancer journal for clinicians* 2007;57:75-89
26. Lehman CD, Blume JD, Weatherall P, Thickman D, Hylton N, Warner E, et al. Screening women at high risk for breast cancer with mammography and magnetic resonance imaging. *Cancer* 2005;103:1898-1905
27. Mann RM, Balleyguier C, Baltzer PA, Bick U, Colin C, Cornford E, et al. Breast MRI: EUSOBI recommendations for women's information. *European radiology* 2015;25:3669-3678
28. Mann RM, Kuhl CK, Kinkel K, Boetes C. Breast MRI: guidelines from the European Society of Breast Imaging. *European radiology* 2008;18:1307-1318
29. Weinstock C, Campassi C, Goloubeva O, Wooten K, Kesmodel S, Bellevance E, et al. Breast magnetic resonance imaging (MRI) surveillance in breast cancer survivors. *SpringerPlus* 2015;4:459
30. Brennan S, Liberman L, Dershaw DD, Morris E. Breast MRI screening of women with a personal history of breast cancer. *AJR American journal of roentgenology* 2010;195:510-516

31. Lam DL, Houssami N, Lee JM. Imaging Surveillance After Primary Breast Cancer Treatment. *AJR American journal of roentgenology* 2017;208:676-686
32. Lehman CD, Lee JM, DeMartini WB, Hippe DS, Rendi MH, Kalish G, et al. Screening MRI in Women With a Personal History of Breast Cancer. *Journal of the National Cancer Institute* 2016;108
33. Cho N, Han W, Han BK, Bae MS, Ko ES, Nam SJ, et al. Breast Cancer Screening With Mammography Plus Ultrasonography or Magnetic Resonance Imaging in Women 50 Years or Younger at Diagnosis and Treated With Breast Conservation Therapy. *JAMA oncology* 2017;3:1495-1502
34. Houssami N, Abraham LA, Kerlikowske K, Buist DS, Irwig L, Lee J, et al. Risk factors for second screen-detected or interval breast cancers in women with a personal history of breast cancer participating in mammography screening. *Cancer epidemiology, biomarkers & prevention : a publication of the American Association for Cancer Research, cosponsored by the American Society of Preventive Oncology* 2013;22:946-961
35. Lee JM, Buist DS, Houssami N, Dowling EC, Halpern EF, Gazelle GS, et al. Five-year risk of interval-invasive second breast cancer. *Journal of the National Cancer Institute* 2015;107
36. Lee JM, Ichikawa L, Valencia E, Miglioretti DL, Wernli K, Buist DSM, et al. Performance Benchmarks for Screening Breast MR Imaging in Community Practice. *Radiology* 2017;285:44-52
37. Bakker MF, de Lange SV, Pijnappel RM, Mann RM, Peeters PHM, Monninkhof EM, et al. Supplemental MRI Screening for Women with Extremely Dense Breast Tissue. *The New England journal of medicine* 2019;381:2091-2102
38. Comstock CE, Gatsonis C, Newstead GM, Snyder BS, Gareen IF, Bergin JT, et al. Comparison of Abbreviated Breast MRI vs Digital Breast Tomosynthesis for Breast Cancer Detection Among Women With Dense Breasts Undergoing Screening. *JAMA* 2020;323:746-756
39. Shin HJ, Lee SH, Park VY, Yoon JH, Kang BJ, Yun B, et al. Diffusion-Weighted Magnetic Resonance Imaging for Breast Cancer Screening in High-Risk Women: Design and Imaging Protocol of a Prospective Multicenter Study in Korea. *Journal of breast cancer* 2021;24:218-228
40. Amornsiripanitch N, Bickelhaupt S, Shin HJ, Dang M, Rahbar H, Pinker K, et al. Diffusion-weighted MRI for Unenhanced Breast Cancer Screening. *Radiology* 2019;293:504-520