



젊은 유방암 환자에서 수술 전 유방초음파와 자기공명영상의 종양 크기 측정 정확도 비교

전북대학교 의과대학 외과학교실 유방·갑상선외과, ¹전북대학교 의과대학 영상의학과

강상율, 최은정¹, 변정희¹, 안하림, 윤현조, 정성후

Comparative Accuracy of Preoperative Tumor Size Assessment on Breast Ultrasonography and Magnetic Resonance Imaging in Young Breast Cancer Patients

Sang Yull Kang, Eun Jung Choi¹, Jung Hee Byon¹, Ha Rim Ahn, Hyun Jo Youn, Sung Hoo Jung

Division of Breast · Thyroid Surgery, Department of Surgery, Jeonbuk National University Medical School,

¹Department of Radiology, Jeonbuk National University Medical School, Jeonju, Korea

Received March 5, 2020
Revised March 31, 2020
Accepted April 6, 2020

Correspondence to:

Hyun Jo Youn
Division of Breast · Thyroid
Surgery, Department of Surgery,
Jeonbuk National University
Medical School, 20 Geonji-ro,
Deokjin-gu, Jeonju 54907, Korea
Tel: +82-63-250-2389
Fax: +82-63-271-6197
E-mail: yhj0903@jbnu.ac.kr

Purpose: Breast cancer in young women deserves special consideration, such as dense breast, more aggressive progression, and oncoplastic surgery. Magnetic resonance imaging (MRI) is a more recent modality than ultrasonography (US), but the role of MRI in patients with a dense breast is still controversial. This comparative study analyzed the relationship between the preoperative radiological and the postoperative pathological tumor size for young breast cancer patients.

Methods: All breast cancers diagnosed in patients 45 years or younger from January 2016 to December 2018 were reviewed. Tumor size measurements obtained on breast US and MRI were compared for accuracy with those obtained in the final pathology results. Patients with only microcalcification on imaging modalities and those who had undergone neoadjuvant chemotherapy were excluded.

Results: A total of 103 breast cancer patients were included in this study. Of the 103 breast cancers with both imaging modalities performed, 86 (83.5%) were infiltrating ductal carcinomas and 17 (16.5%) were ductal carcinoma in situ. The mean tumor size measured on MRI was significantly greater than that measured on pathology (18.5 ± 11.0 mm vs. 16.6 ± 8.5 mm), whereas the sizes measured on US was not significantly different from that measured on pathology (16.5 ± 9.5 mm vs. 16.6 ± 8.5 mm). The tumor size measured on MRI was greater than that measured on US.

Conclusion: Measurements taken by US were more accurate in measuring the tumor size in patients 45 years of age or younger than MRI.

Keywords: Breast neoplasms, Ultrasonography, Tumor burden, Magnetic resonance imaging

서 론

유방과 같은 고형장기(solid organ)에서 수술 전 종양 크기와 절제 범위에 대한 예측은 제거되는 조직의 양(volume)과 잔존 양을 결정한다. 폐, 간과 같은 고형장기에서는 조직이 과도하게 제거될 시 장기 부전의 위험성으로 종양 크기 및 절제범위에 대한 수술 전 평가가 특히 강조되어왔다. 다른 고형장기와 달리 유방암의 경우 다발성 종양이 흔하며, 절제연(resection margin) 암세포 양성에 대한 두려움으로 인해 종양 주변 조직을 과도하게 제거하는 경우가 흔하다. 또한 유방은 생체기관(vital organ)이 아니며, 수술 과정에서 출혈, 누출 등의 합병증이 적어 과도하게 조직이 제거될 수 있다.

그러나 최근 들어 유방암 환자에서도 미용에 대한 관심이 증대하고 있으며 특히 젊은 여성에서 이러한 관심이 크다. 더욱이 한국은 젊은 유방암 환자의 비율이 서구에 비해 높아, (1) 유방암 수술에 있어 종양학적 결과뿐만 아니라 미용적인 측면도 고려해야 한다. 따라서 유방암 환자의 수술 전 종양에 대한 평가를 정확히 하여 제거되는 조직의 양을 적절하게 결정하는 것은 종양학적 결과 및 미용 측면에서 중요하다.

전통적으로 수술 전 종양의 크기를 평가하는데 있어 신체검사(physical examination), 유방 촬영술(mammography, MMG), 유방 초음파(ultrasonography, US)를 이용하였으며, 최근 들어 유방 자기공명영상(magnetic resonance imaging MRI)의 역할이 증가하고 있다. 그 동안 많은 연구자들이 이러한 영상학적 검사들의 정확도를 비교하는 연구를 하였으며, 대부분 US와 MRI가 MMG에 비해 정확도가 높다고 보고하였다.(2-4) 그러나 US와 MRI의 정확도에 대한 비교 연구는 연구자들마다 그 결과가 달라 종양 크기 예측의 정확도 측면에서는 결론을 내리기 어렵다.(2-7)

젊은 여성에서는 유선 조직(fibroglandular tissue)의 밀도 및 생리학적 특징이 고령의 여성과 달라 기존의 연구 결과를 젊은 여성 유방암 환자에게 적용하는 것은 무리일 수 있다. 한국에서는 젊은 여성 유방암의 비율이 높으며 치밀 유방의 비율도 높음을 감안할 때, (8) 영상학적 진단 방법들의 수술 전 종양 크기 예측의 정확도에 대한 연구는 매우 중요하다. 하지만, 젊은 여성 유방암의 빈도가 높은 현실에 비해, 한국의 젊은 여성에서 영상학적 진단 방법들의 종양 크기를 예측하는 정확도에 대한 연구가 부족하다.

이에 본 연구는 45세 이하 젊은 유방암 환자에서 수술 전 US와 MRI의 종양 크기 예측 정확도를 비교하고자 하였다.

방 법

1. 대상 환자군

2016년부터 2018년 사이에 유방암으로 진단된 후 수술 받은 890명의 의무기록을 후향적으로 분석하였다. 연구에 포함된 모든 환자는 원발성 유방암으로 진단된 후 수술 받은 45세 이하의 유방암 환자이며, 모두 수술 전 MMG, US, MRI를 시행하였다.

이 중 1) 수술 전 진공흡인생검술 또는 국소 절제술 후 유방암이 진단된 경우, 2) 수술 전 선행항암치료(neoadjuvant chemotherapy)를 받은 경우, 3) 염증성 유방암 또는 T4 이상의 유방암으로 종양의 크기 측정이 불가능할 정도로 진행된 경우, 4) 병변의 양상이 미세 석회 병변만으로 구성되어 있거나, 종괴 형태의 불규칙성이 너무 심하여 크기를 측정하기 어려운 경우, 5) 46세 이상 또는 남성 유방암의 환자는 본 연구에서 제외하였다. 최종적으로 총 103명의 환자가 본 연구에 포함되었다.

2. 영상 진단 및 판독

모든 영상 촬영은 두 명의 유방 영상의학과 전문의(EJC and JHB, 각각 10년, 6년 경력)에 의해 판독되었다.

1) 유방 촬영술

모든 디지털 MMG는 2개의 표준 이미지 평면으로(mediolateral oblique 및 craniocaudal view)촬영되었으며, full-field digital mammography unit (Senographe DS, GE Healthcare; Milwaukee, WI, USA, or Siemens Mammomat Novation DR, Siemens Medical Solutions, Mountain View, CA, USA)이 사용되었다. 두 개의 서로 다른 디지털 유방 촬영 시스템이 유방 촬영 세트 일정에 따라 각 환자에게 무작위로 할당되었다. MMG상 유방 치밀도는 Breast Imaging Reporting and Data System (BI-RADS)과 American College of Radiology (ACR)의 lexicon에 따라 분류하여, predominantly fatty density, scattered fibroglandular density, heterogeneously density, and extremely density의 4단계 치밀 단계로 기록하였다.(9)

2) 유방 초음파

두 명의 유방 영상의학과 전문의가 ACUSON S2000 ultrasound system (Siemens Medical Solution, Mountain View, CA, USA)와 Aixplorer system (Supersonic Imagine, Aix en Provence, France)를 이용하여 시행하였다. 환자는 양와위 상태(supine position)에서 7.5-15 MHz 선형 탐촉자(probe)로 양쪽 유방 전체를 스캔하였고, 의심 영역은 횡단면과 종단면 검사를 시행하였다. 모든 영상은 디지털 방식으로 기록되었다.

3) 유방 MRI

유방 MRI 촬영은 3.0-T MRI 촬영기 한 대(skyra; Siemens, Erlangen, Germany)와 유방 전용 코일을 이용하여 영상을 얻었다. 모든 환자들은 복와위 자세(prone position)로 촬영하였다. 지방 억제 후 T2 강조 영상(Fat-suppressed T2-weighted spin-echo sagittal images: repetition time msec/echo time msec, 3000/72; matrix, 320 × 240; field of view, 200 × 200 mm; section thickness, 3 mm without gaps)을 얻은 다음, 역동적 조영 증강 자기공명영상을 얻기 위해, T1 강조 영상을 조영 증강 전과 조영제(Gadovist; Bayer Schering Pharma, Berlin, Germany)를 자동 주입기로 2 mL/sec의 속도로 정맥 주사 후 동일한 조건으로 연속 6회 촬영한 조영 증강 후 영상을 얻었다. 조영 증강 후 영상은 조영제 주입 20초 후부터 얻었으며 매 1분마다 영상을 얻었다. T1 강조 조영 증강 영상의 촬영 조건은 다음과 같았다: repetition time/echo time, 4.5/1.7 msec; flip angle, 10° matrix, 448 × 381 pixels; field of view, 340 × 340 mm; and section thickness, 3 mm, no intersection gap. 유방 MRI에서 보이는 조영 증강 병변을 BI-RADS에 따라 분석하였다. Background parenchymal enhancement (BPE)는 두 명의 유방 영상의학 전문의 의해 등급화 되었으며 유방의 유선조직이 BI-RADS기준에 따라 T1 영상에서 증강되는 정도에 따라 minimal, mild, moderate, marked의 4단계로 나누었다.(10)

3. 임상병리학적 자료

수술 후 제거된 모든 조직은 병리학과에서 분석되었으며, 종양의 조직학적 형태, 종양의 크기, 다발성 여부, 호르몬 수용체(estrogen receptor, progesterone receptor), human epidermal growth factor receptor-2 (HER2) 등을 분석하였다. 다발성 종양의 경우 종양 크기는 가장 큰 종양의 크기로 정하였다. 유방암의 병리학적 병기는 7차 American Joint Committee on Cancer system에 따라 표기하였다.(11)

4. 통계분석

종양의 크기는 mm로 표기하였으며 소수점 첫 번째 자리에서 반올림하여 표기하였다. 연속 변수는 평균값 ± 표준오차로 표기하였으며, 범주형 변수는 숫자와 백분율로 표기하였다. 최종 병리 조직에서 관찰된 종양 크기와 US, MRI에서 측정된 종양 크기를 분석하여 일치도를 분석하였으며 Lin's concordance correlation coefficient와 Bland-Altman plot을 이용하여 비교 분석하였다. 병리 조직에서 측정된 종양 크기와 US 및 MRI에서 측정된 크기가

10% 이상 차이가 있을 경우 불일치하는 것으로 간주하였고 10% 이내의 차이가 있는 경우 일치하는 것으로 간주하였다. MMG상 predominantly fatty density, scattered fibroglandular density를 보이는 환자군(non-dense breast)과 heterogeneous density, extremely dense를 보이는 환자군(dense breast)을 묶어 두 군으로 나누어 분석하였다. 또한 MRI의 BPE범주에서 minimal, mild BPE (low BPE)와 moderate, marked BPE (high BPE)를 보이는 환자군으로 나누어 분석하였다. 범주형 변수 사이 상관관계 분석을 위해 Chi-squared test와 Fisher's exact test를 이용하여 분석하였다. 범주형 변수들과 불일치의 인과관계를 분석하기 위해 logistic regression test를 이용하여 분석하였고, $P < 0.05$ 인 경우 통계적으로 유의한 것으로 정의하였다. 통계학적 분석을 위해 R version 3.2.3 (www.web-r.org)을 사용하였다.

결 과

총 103명 환자가 본 연구에 포함되었으며 대상 환자들의 평균 연령은 40.7 ± 3.8 세(29-45세)였다. 103명의 환자 중 17명(16.5%)은 ductal carcinoma *in situ* (DCIS)로 진단되었고 나머지 환자들은 침윤성 유방암이었다. 면역조직화학염색에 따른 분류에서 관내강형(luminal type)이 84명(80.6%)로 가장 많았으며, HER2형이 6명(5.8%)으로 가장 적었고 삼중음성 유방암은 13명(12.6%)이었

Table 1. Clinicopathologic Features of the 103 Patients Included in This Study

Clinicopathologic features	Value (N = 103)
Age (years)	40.7 ± 3.8
Histologic type	
Infiltrating carcinoma	86 (83.5%)
Ductal carcinoma <i>in situ</i>	17 (16.5%)
Multiplicity	
No	82 (79.6%)
Yes	21 (20.4%)
Intrinsic subtype	
Luminal A	56 (54.4%)
Luminal B	28 (27.2%)
HER2	6 (5.8%)
Triple negative	13 (12.6%)
Stage	
0	17 (16.5%)
I	50 (48.5%)
II	31 (30.1%)
III	5 (4.9%)

HER2 = human epidermal growth factor receptor-2.

다(Table 1).

최종 병리 조직에서 확인된 종양의 크기는 평균 16.6 ± 8.5 mm였으며, 수술 전 시행한 US와 MRI에서 예측된 종양의 평균 크기는 각각 16.5 ± 9.5 mm, 18.5 ± 11.0 mm였다 (Table 2). Lin's concordance correlation coefficient에 따른 조직학적 검사 상

Table 2. Mean Tumor Size Measured in Breast Ultrasonography, Breast MRI and Final Pathology

Measurement method	Mean tumor size (mm)
Pathologic specimen	16.6 ± 8.5
Ultrasonography	16.5 ± 9.5
MRI	18.5 ± 11.0

MRI = magnetic resonance imaging.

의 종양 크기와 US의 일치율은 0.78 (95% CI = 0.71-0.86)였으며, MRI와의 일치율은 0.62 (95% CI = 0.5-0.72)이었다(Fig. 1). Bland-Altman plot에서도 US의 일치율이 MRI에 비해 높은 것으로 판단되었다(critical difference: 11.29 vs. 16.46) (Fig. 2).

MMG에서 측정된 대상 환자들의 유방 치밀도에서 heterogeneously density의 환자가 58명(56.3%)로 가장 많았고, extremely density의 환자가 40명(38.8%)를 차지하여 대상 환자의 대부분에서 치밀 유방이 관찰되었다(Table 3). MRI상 BPE는 marked 등급이 40명(38.8%)로 가장 많았고, moderate 등급의 환자가 39명(37.9%)였다(Table 3).

병리 조직상 크기와 영상 검사에서 측정된 크기의 차이가 10% 이상 있을 시 불일치하는 것으로 판단하여 불일치에 영향을 준 요소를 다변량 회귀분석 하였을 때, US에서 불일치는 다발성 종양 ($P=0.01$,

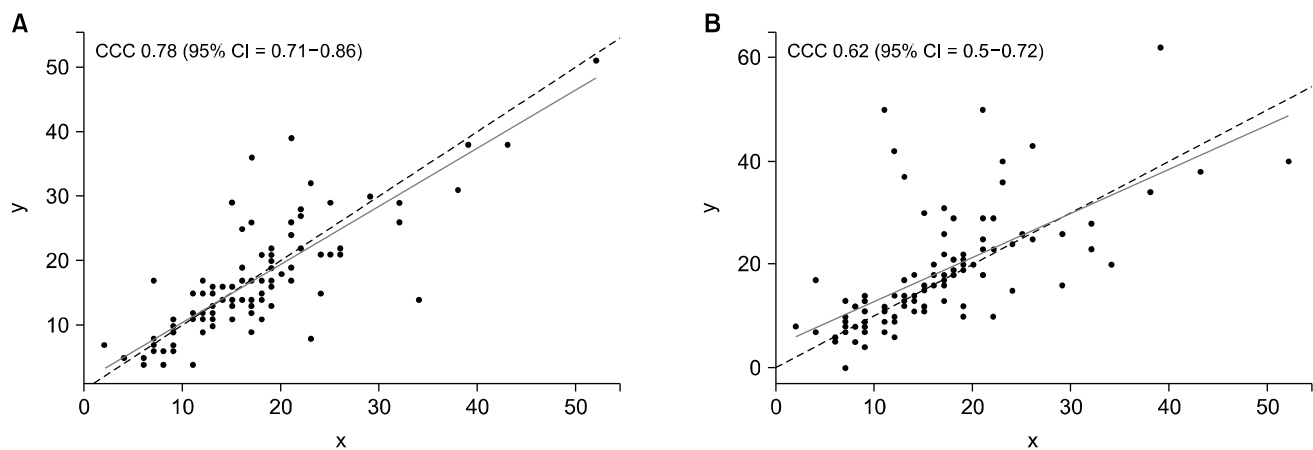


Fig. 1. Scatter plots show the Lin concordance correlation (CCC) and 95% confidence intervals (CI) for the relationships between the tumor size (in the millimeters) as measured in final pathologic specimen and on each imaging modality; (A) Ultrasonography: CCC, 0.78 95% CI, 0.71-0.86 (B) Magnetic resonance imaging: CCC, 0.62 95% CI, 0.5-0.72.

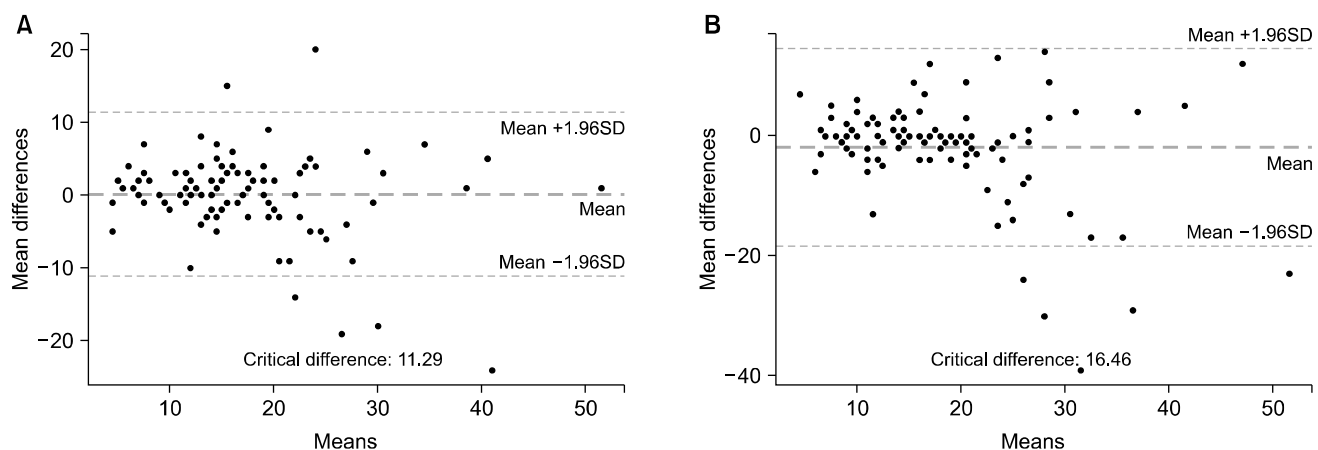


Fig. 2. Bland-Altman plot show more homogeneous pattern in ultrasonography (A) compared with magnetic resonance imaging (B).

95% CI = 1.42-14.24)과 호르몬 수용체 양성 ($P = 0.024$, 95% CI = 0.07-0.83)이 불일치의 위험요인이었으나, MRI에서는 다발성 종양($P = 0.034$, 95% CI = 1.09-10.23)과 DCIS ($P = 0.008$, 95% CI = 1.68-11.03)가 불일치의 위험 요인이었다(Table 4).

고 찰

국내에서 유방암은 지속적으로 증가하고 있으며 2017년 한 해에 26,430명의 여성 유방암 환자가 진단되었다.(1) 한국 유방암의 특징으로 서구에 비해 젊은 연령의 유방암 발생률이 높는데, 2017년에도 40-49세 연령에서 가장 많은 유방암 환자가 진단되었고 50세 미만 환자가 전체 환자 중 43.5%를 차지하였다.(1) 같은 해 미국에서 진단된 50세 미만 환자가 전체 환자 중 20%임을 고려할 때 한국에서 젊은 여성 유방암의 비율은 매우 높음을 알 수 있다.(12)

Table 3. Grade of Breast Density in Mammography and Background Parenchymal Enhancement in MRI

Grade	Number of patients (%)
Densities on mammography	
Predominantly fatty density	0 (0%)
Scattered fibroglandular density	5 (4.9%)
Heterogeneous density	58 (56.3%)
Extremely density	40 (38.8%)
BPE on MRI	
Minimal	5 (4.9%)
Mild	19 (18.4%)
Moderate	39 (37.9%)
Marked	40 (38.8%)

BPE = background parenchymal enhancement; MRI = magnetic resonance imaging.

젊은 유방암 환자에서 고려해야 할 중요한 사항은 첫 번째로 유선 조직의 특성이 고령의 여성과 달라 치밀 유방의 비율이 많고 BPE가 뚜렷하다는 것이다.(13) 이러한 특성으로 인해 유방암의 진단에 있어 MRI의 민감도, 특이도에 제한이 있을 수 있다는 점은 잘 알려져 있다.(14-16) 두 번째로 고려해야 할 점은 젊은 여성이 미용에 대한 관심이 많다는 것이며, 특히 국내 젊은 여성의 미용에 대한 관심이 서구보다 높는데 한국 젊은 여성에서 유방 절제술 후 재건술의 비율이 서구에 비해 높다는 사실로 이를 짐작할 수 있다.(17)

본 연구는 45세 이하의 젊은 여성 유방암 환자 103명에 대해 수술 전 영상 검사에서 측정된 종양 크기와 수술 후 병리 조직 결과상의 종양 크기의 일치도를 분석하였다. 또한 대상 환자들의 MMG 상의 유방 치밀도와 MRI 상의 BPE를 분석하였다. 본 연구 결과에서 US에서 수술 전 측정된 종양 크기와 병리 조직상 종양크기의 일치도는 0.78 (95% CI = 0.71-0.86)로 MRI의 0.62 (95% CI = 0.5-0.72)에 비해 종양 크기를 더 정확하게 예측하였다. MRI는 종양 크기를 과대평가(overestimation)하여 US에 비해 덜 정확하게 종양 크기를 예측하였으며, 이러한 결과는 이전에 발표된 연구 결과들과 일치한다.(6,18-20)

유방 MRI의 제한점은 moderate 또는 marked BPE 환자에서 종양 크기를 과대평가하거나 위음성 및 위양성의 위험이 커진다는 것이다.(21-23) 본 연구 대상의 환자에서 79명(76.7%)의 환자가 moderate 또는 marked BPE로 관찰되었으며 MMG상 98명(95.1%)의 환자가 heterogeneously 또는 extremely dense breast로 관찰되었다. 그러나 다변량 로지스틱 분석에서 유방 치밀도 및 BPE 등급은 MRI에서 불일치의 위험요인이 아니었다. 오히려 다발성 종양의 유무와 DCIS가 가장 중요한 위험요인으로 분석되었다. DCIS에서 MRI의 정확도가 낮아 크기를 예측하는데 유용성이 떨어질 수 있다는 보고가 있었으며,(7) 그 원인으로는 비정형 병변

Table 4. Multivariate Logistic Regression Analysis between Clinicopathologic Variables and Diagnostic Inconsistency more than 10% of Pathologic Tumor Size

	Ultrasonography			MRI	
	N (%)	RR (95% CI)	P value	RR (95% CI)	P value
Multiplicity	21 (20.4%)	4.57 (1.42-14.24)	0.010	3.35 (1.09-10.23)	0.034
HR positivity	84 (81.6%)	0.25 (0.07-0.83)	0.024	0.89 (0.29-2.71)	0.839
DCIS	17 (16.5%)	0.47 (0.15-1.50)	0.203	2.7 (1.68-11.03)	0.008
Dense breast*	98 (95.1%)	0.30 (0.02-3.23)	0.326	0.45 (0.15-9.81)	0.999
High BPE [†]	79 (76.7%)	1.33 (0.41-3.99)	0.614	0.63 (0.21-2.71)	0.421

RR = relative risk; HR = hormone receptor; MRI = magnetic resonance imaging; DCIS = ductal carcinoma in situ; BPE = background parenchymal enhancement.

*Heterogeneous and extremely density.

[†]Moderate and Marked background parenchymal enhancement.

(non-mass enhancement)이 잘 동반되며, 미세 석회 병변으로 존재하는 경우가 많아 크기를 규정하기 어렵기 때문이다.(7) 이러한 이유로 본 연구에서 크기를 규정하기 어려운 DCIS 환자들은 대상에서 제외하였으나, DCIS에서 MRI의 크기 예측이 10% 이상의 오차가 있는 경우가 더 많았다.

BPE 등급이 높아질수록 종양과 주변 조직의 경계를 구분하는데 제한이 있을 수 있는데, 이러한 현상은 다발성 종양에서 더욱 잘 관찰된다.(20) 두 개 이상의 종양이 가까운 거리에 위치한 경우 MRI에서는 한 개의 종양으로 인지되어 크기를 실제에 비해 과대평가할 가능성이 크다. 본 연구에서 다발성 종양은 21명(20.4%)에서 관찰되었는데, 다발성 종양의 경우에 MRI의 크기 예측이 10% 이상 오차가 있는 경우가 더 많았다. 다발성 종양은 US에서도 크기 예측의 정확도를 저해하는 요소로 분석되었는데, 추후 다발성 종양 사이의 거리에 따른 요소를 추가하여 분석한다면 의미 있을 것으로 예상된다.

호르몬 수용체 양성인 본 연구 결과에서 US의 정확도를 저해하는 위험인자로 분석되었다. 예측할 수 있는 원인으로는 호르몬 수용체 양성 종양에서 후방 음영 그림자(posterior acoustic shadowing)의 빈도가 커 종양 크기를 정확히 측정하기 어려울 가능성이 있다.(24) 향후 더 많은 환자를 대상으로 연구를 진행한다면 유방암의 아형(subtype)에 따른 영상학적 진단 정확도의 차이를 더욱 확실하게 밝힐 수 있을 것이다.

US는 비침습적이며 시행이 간편한 장점이 있는 반면에 시행자(operator) 의존적인 단점이 있다. US로 종양 크기를 측정 시 최장경으로 종양 크기를 기록하는 것이 정확도를 높일 수 있다. 탐촉자를 해부학적 평면(plane)으로 위치하여 종양 크기를 측정하는 경우 종양 크기를 실제에 비해 과소평가할 수 있어 탐촉자의 plane을 종양의 최장경과 수평으로 하여 측정하는 것이 정확도를 높이는데 도움이 될 것이다.

유사한 주제를 가진 기존의 다른 연구와 본 연구의 차이점은 비교적 정형화된 종괴의 형태를 띠는 유방암만을 대상군에 포함하였다는 것이다. 즉, 종양 주변에 미세 석회가 넓게 퍼져 있거나, 비종괴 병변(non-mass lesion)의 형태가 넓게 퍼져 있어 크기를 단정하기 어려운 경우 등은 대상에서 제외하였으며, MRI상 분절성 분포(segmental distribution)가 넓은 경우 등도 제외하였다. 이런 형태의 종양인 경우 수술 전 검사상 종양 크기가 부정확하게 측정되어 영상진단 방법들 사이의 정확도를 비교하는 것이 의미가 없을 수 있기 때문이다. 따라서 본 연구에서는 종양이 구체(sphericity)와 가까운 US 및 MRI에서 종양 크기를 비교적 정확하게 측정할 수 있는 유방암만을 대상군으로 제한하였기에, 병변 자체의 원인에 의한 측정 오류를 줄일 수 있어서 진단 방법들 사이의 정확도를 비교하는데

유용했다고 생각한다.

본 연구는 단일 기관에서 시행된 후향적 연구이며 비교적 대상 환자군의 수가 적어 제한점이 있을 수 있다. 또한 BPE가 생리 주기에 영향을 받으며 호르몬 대체요법(hormone replacement therapy)등의 약물 치료의 영향을 받는데,(25) 이런 요소들은 고려하지 않았다는 제한점이 있다. BPE 및 유방 치밀도를 등급화 하는데 있어 두 영상의학과 전문의들간 일치를 보이기는 하나 주관적으로 등급화 하는 것 역시 제한점으로 작용할 수 있다.

결론

45세 이하의 젊은 유방암 환자에서 heterogeneously density 이상의 치밀 유방과 moderate 이상의 BPE가 높은 비율로 관찰되었고, US가 MRI에 비해 수술 전 종양 크기를 더 정확하게 측정하였다. 따라서 45세 이하의 젊은 유방암에서 수술 전 종양 크기를 측정할 때 유방 US의 소견을 따르는 것이 수술 시 절제하는 유방 조직의 양을 결정하는데 도움을 줄 수 있을 것이다.

REFERENCES

1. Kang SY, Kim YS, Kim Z, Kim HY, Kim HJ, Park S, et al. Breast cancer statistics in Korea in 2017: data from a Breast Cancer Registry. *J Breast Cancer* 2020;23:115-28.
2. Hwang KT, Kim H, Chung JK, Jung IM, Heo SC, Ahn YJ, et al. A comparative study between the preoperative diagnostic tumor size and the postoperative pathologic tumor size in patients with breast tumors. *J Breast Cancer* 2010;13:187-97.
3. Leddy R, Irshad A, Metcalfe A, Mabalam P, Abid A, Ackerman S, et al. Comparative accuracy of preoperative tumor size assessment on mammography, sonography, and MRI: is the accuracy affected by breast density or cancer subtype? *J Clin Ultrasound* 2016;44:17-25.
4. Ramirez SI, Scholle M, Buckmaster J, Paley RH, Kowdley GC. Breast cancer tumor size assessment with mammography, ultrasonography, and magnetic resonance imaging at a community based multidisciplinary breast center. *Am Surg* 2012;78:440-6.
5. Kang SY, Choi EJ, Youn HJ, Jung SH. Accuracy of preoperative tumor size assessment on ultrasonography and magnetic resonance imaging in breast cancer. *J Surg Ultrasound* 2016;3:24-9.
6. Lai HW, Chen DR, Wu YC, Chen CJ, Lee CW, Kuo SJ, et al. Comparison of the diagnostic accuracy of magnetic resonance imaging with sonography in the prediction of breast cancer tumor size: a concordance analysis with histopathologically determined tumor size. *Ann Surg Oncol* 2015;22:3816-23.
7. Rudat V, Nour A, Almuraikhi N, Ghoniemy I, Brune-Erber I, Almasri N, et al. MRI and ultrasonography for assessing multi-

- focal disease and tumor size in breast cancer: comparison with histopathological results. *Gulf J Oncolog* 2015;1:65-72.
8. Shin HJ, Ko ES, Yi A. Breast cancer screening in Korean woman with dense breast tissue. *J Korean Soc Radiol* 2015;73:279-86.
9. Lee CI, Lehman CD, Bassett LW. Breast imaging. New York: Oxford University Press; 2018. p. 29-47.
10. Edwards SD, Lipson JA, Ikeda DM, Lee JM. Updates and revisions to the BI-RADS magnetic resonance imaging lexicon. *Magn Reson Imaging Clin N Am* 2013;21:483-93.
11. Edge SB. *AJCC cancer staging manual*. 7th ed. New York: Springer; 2010. p. 347-76.
12. DeSantis CE, Ma J, Goding Sauer A, Newman LA, Jemal A. Breast cancer statistics, 2017, racial disparity in mortality by state. *CA Cancer J Clin* 2017;67:439-48.
13. King V, Gu Y, Kaplan JB, Brooks JD, Pike MC, Morris EA. Impact of menopausal status on background parenchymal enhancement and fibroglandular tissue on breast MRI. *Eur Radiol* 2012;22:2641-7.
14. Giess CS, Raza S, Birdwell RL. Patterns of nonmasslike enhancement at screening breast MR imaging of high-risk premenopausal women. *Radiographics* 2013;33:1343-60.
15. Kim JY, Lee SH, Lee JW, Kim S, Choo KS. Magnetic resonance imaging characteristics of invasive breast cancer in women aged less than 35 years. *Acta Radiol* 2015;56:924-32.
16. Uematsu T, Kasami M, Watanabe J. Does the degree of background enhancement in breast MRI affect the detection and staging of breast cancer? *Eur Radiol* 2011;21:2261-7.
17. Kang SY, Kim YS, Kim Z, Kim HY, Lee SK, Jung KW, et al. Basic findings regarding breast cancer in Korea in 2015: data from a Breast Cancer Registry. *J Breast Cancer* 2018;21:1-10.
18. Behjatnia B, Sim J, Bassett LW, Moatamed NA, Apple SK. Does size matter? Comparison study between MRI, gross, and microscopic tumor sizes in breast cancer in lumpectomy specimens. *Int J Clin Exp Pathol* 2010;3:303-9.
19. Jethava A, Ali S, Wakefield D, Crowell R, Sporn J, Vrendenburgh J. Diagnostic accuracy of MRI in predicting breast tumor size: comparative analysis of MRI vs histopathological assessed breast tumor size. *Conn Med* 2015;79:261-7.
20. Leddy R, Irshad A, Metcalfe A, Mabalam P, Abid A, Ackerman S, et al. Comparative accuracy of preoperative tumor size assessment on mammography, sonography, and MRI: is the accuracy affected by breast density or cancer subtype? *J Clin Ultrasound* 2016;44:17-25.
21. Giess CS, Raza S, Birdwell RL. Patterns of nonmasslike enhancement at screening breast MR imaging of high-risk premenopausal women. *Radiographics* 2013;33:1343-60.
22. Giess CS, Yeh ED, Raza S, Birdwell RL. Background parenchymal enhancement at breast MR imaging: normal patterns, diagnostic challenges, and potential for false-positive and false-negative interpretation. *Radiographics* 2014;34:234-47.
23. Teifke A, Hlawatsch A, Beier T, Werner Vomweg T, Schadmand S, Schmidt M, et al. Undetected malignancies of the breast: dynamic contrast-enhanced MR imaging at 1.0 T. *Radiology* 2002;224:881-8.
24. Irshad A, Leddy R, Pisano E, Baker N, Lewis M, Ackerman S, et al. Assessing the role of ultrasound in predicting the biological behavior of breast cancer. *AJR Am J Roentgenol* 2013;200:284-90.
25. Kuhl CK, Bieling HB, Gieseke J, Kreft BP, Sommer T, Lutterbey G, et al. Healthy premenopausal breast parenchyma in dynamic contrast-enhanced MR imaging of the breast: normal contrast medium enhancement and cyclical-phase dependency. *Radiology* 1997;203:137-44.