

블랙홀사인: 지방괴사의 특징적인 유방자기공명영상 소견

조나리아 · 이은희

서울대학교병원 영상의학과

목적: 조직학적으로 확진된 지방괴사의 유방 자기공명영상 (MRI) 소견에 대해 기술하고자 한다.

대상 및 방법: 2007년 1월부터 2011년 12월까지 유방 MRI에서 발견된 조영증강 병변에 대해 조직검사를 시행하여 지방괴사로 확진된 9명 환자(중앙 연령 52세, 범위 32-60세)의 10병변을 대상으로 하였다. 두 명의 영상의학과 전문의가 유방 MRI 소견을 합의하에 후향적으로 분석하였다. 유방영상보고데이터체계에 따라 형태학적 소견과 조영증강 병변 중앙의 저신호강도 성분에 대해 T1강조 MRI에서 피하지방의 신호강도와 비교하였다.

결과: 병변 크기의 중앙값은 2.1 cm (범위 0.6-6.5 cm) 이었다. 병변의 90% (9/10)는 종괴, 10% (1/10)는 비종괴양 조영증강을 보였다. 종괴의 89% (8/9)는 불규칙형 변연을 보였으며, 모든 종괴는 (9/9) 균일한 얇은 두께의 환형 조영증강을 보였다. 지방억제 T1강조 MRI에서 1 cm 이상 병변의 중앙의 저신호강도 성분의 중앙값은 피하지방층의 지방 신호강도보다 낮았다 (51 vs. 167, $P < 0.05$, Wilcoxon signed rank test). 대부분의 병변은 지속형 ($n=8$) 또는 고원형 ($n=2$)의 역동조영증강 그래프를 보였다.

결론: 유방의 지방괴사는 조영증강 MRI에서 균일한 얇은 두께의 환형 조영증강을 보이는 불규칙형 변연의 종괴로 보이고, 내부에 피하지방층보다 더 낮은 저신호강도를 보이는 것이 특징이다.

Index words: Fat necrosis; Breast MRI; Breast benign disease

서 론

유방의 지방괴사는 외상, 수술, 방사선치료에 의해 발생하는 유방의 지방 조직 괴사이다. 유방의 양성 병변 중 약 3%를 차지하는 (1) 비교적 흔한 병변이지만, 다양한 영상 소견을 보이기 때문에 악성 종양과의 감별을 위해 흔히 조직검사를 시행하게 된다 (2). 유방촬영술에서는 지방 낭종, 굵은 석회화, 미세석회화, 또는 침상형 종괴로 보이며, 초음파에서는 동반된 섬유화의 정도에 따라 고형 종괴, 복합낭종, 단순낭종, 낭종벽에 석회화와 후방 그림자를 동반한 종괴 등으로 나타나며, 종괴의 변연도

국한형부터 침상형까지 다양하다 (2).

지방괴사의 자기공명영상 소견의 특징도 매우 다양하며, 지방억제를 시행하지 않은 T1과 T2강조영상에서 지방괴사는 대개 어두운 테두리를 가진 밝은 신호강도의 병변으로 보인다 (3). 최근의 한 연구에서는 스티어(short tau inversion recovery, STIR) 자기공명영상에서 지방괴사가 매우 특징적으로 주변 정상 피하지방보다 매우 낮은 신호잡음비(signal to noise ratio, SNR)를 보여 블랙홀사인이라고 명명하였다 (4). 본 연구는, STIR영상이 아닌 지방억제 T1강조 영상에서도 지방괴사의 내부에 주변 정상 피하지방 조직에 비해 매우 낮은 신호강도를 보임을 관찰하고, 조직학적으로 확진된 지방괴사 병변에 대해 신호강도를 정량화하여 블랙홀사인이 지방괴사의 특징적인 MRI소견인지 확인하고자 했다.

통신저자: 조나리아
(110-744) 서울시 종로구 대학로 101, 서울대학교병원 영상의학과
Tel. (02) 2072-1861, Fax. (02) 743-6385
E-mail: river7774@gmail.com

대상 및 방법

2007년 1월부터 2011년 11월까지 유방조직검사의 병리데이터베이스에서 지방괴사 진단명을 검색하여 나온 226명의 영상 정보를 확인하여 MRI에서 지방괴사의 병변이 확인된 9명 환자 (정중 나이, 52세; 범위, 32-60세)의 10개의 병변을 대상으로 하였다. 이들은 유방보존술 (n=7)을 받거나 유방전절제와 경복직근피판 (trans rectus abdominis myocutaneous flap; TRAM) 수술 (n=2)을 시행 받았고, 모든 병변은 조직학적으로 확진되었으며 7개의 병변은 초음파유도하 코아조직검사, 2개의 병변은 MR유도하 조직검사를 1개의 병변은 외과적 절제를 시행 받았다.

유방 MRI는 1.5-T MR촬영기 (Signa, General Electric Medical Systems, Milwaukee, WI) 와, 유방 전용코일(8-channel HD breast array, General Electric Medical Systems, Milwaukee, WI)을 이용하여 영상을 얻었다. 축상 위치선정영상을 얻은 후, 지방 억제 T2강조 FSE 시상면영상 (TR/TE, 5500/85.2; 256×160 matrix; 200×200 FOV; 1.5-mm slice thickness; no gap)을 얻었다. T1 강조 지방억제 3D fast spoiled gradient echo sequence (TR/TE, 6.5/2.5; 320×160 matrix; flip angle: 0 degree; FOV: 200 ×200 mm; 1.5-mm slice thickness; no gap)를 얻고, 0.1 mmol/kg의 Gadobutrol (Gadovist, Bayer Healthcare, Berlin, Germany)을 자동 주입기로 2 ml/sec의 속도로 정맥주사 후 동일한 조건으로 연속적인 4회의 조영증강후 영상을 얻었다. 평균 영상 획득 시간은 72초 였다. 90초, 270초, 360초, 510초에 다음 영상 획득을 시작하도록 사이에 지연기를 두었다.

유방MRI영상은 두 명의 영상의학과 전문의가 유방영상보고데이터체계에 따라 형태학적 소견과 역동 조영증강 그래프의 유형을 분석하였다 (5). 병변의 종류는 종괴 (mass), 비종괴양 조영증강 (non-mass-like enhancement), 초점 (focus)으로 분류하고, 종괴에 대해서는 모양과 변연, 비종괴양 조영증강에 대해서는 분포를 평가하며, 조영증강 그래프의 분석 (조기 조영증강, 지연 증강)은 역동조영증강 영상을 눈으로 판단하거나 병변 내 작은 관심영역에 신호강도를 추적함으로써 시간-신호강도 그래프를 만들어 분석하였다. 조기조영증강은 역동 영상 획득 그래프의 첫 1-2분 동안의 기울기에 따라 느림, 중간, 또는 빠름으로 구분하고, 지연기의 신호강도의 변화에 따라 유실형 (washout), 고원형 (plateau), 지속형 (persistent)으로 분류하였다. 또한,

병변의 크기가 1 cm이상인 병변을 대상으로, 조영증강하지 않은 T1강조영상에서 병변 중심 부위의 저신호강도 성분과 주변의 정상 피하지방층의 신호강도를 팩스 (picture archiving and communication system; PACS) 워크스테이션에서 측정하였다. 측정시 관심 영역 (region of interest; ROI)는 눈으로 보아 가장 신호강도가 낮아 보이는 부위에서 원형 ROI의 장경 4-5 mm로 통일하였다. 정상 피하지방층의 신호강도 측정은 병변의 직상방에 위치한 지방층에서 시행하였다. 두 부위에서 측정한 신호강도의 정중값에 차이가 있는지 Wilcoxon signed rank test로 분석하였다.

결 과

MR 영상 소견은 Table1에 있다. 병변 크기의 정중값은 2.1 cm (0.6-6.5 cm) 였다.

병변의 90% (9/10)는 종괴, 10% (1/10)는 비종괴양 조영증강을 보였다. 종괴의 89% (8/9)는 불규칙형 변연을 보였으며, 모든 종괴는 (9/9) 환형 조영증강을 보였으며, 균일한 얇은 두께를 보였다 (Fig. 1). 역동 조영증강영상의 그래프는 지속형 (n=8) 또는 고원형 (n=2)의 역동조영증강 그래프를 보였다. 또한, 10개의 병변 중 크기가 1 cm이상인 증례가 5개, 1 cm미만인 증례가 5개 있었고, 이중, 1 cm이상인 병변은 T1강조 MRI영상에서 병변 중앙의 저신호강도 성분의 신호강도를 측정하였다. 1 cm이상 병변 중앙의 저신호강도 성분의 중앙값은 피하지방층의 지방 신호강도보다 낮았다 (51 vs.

Table 1. MRI Findings of Fat Necrosis

	No. of Lesions (n = 10)
Median Lesion size	2.1 cm (range, 0.6-5.5 cm)
Lesion Type	
Mass (n=9)	9 (90)
Shape (n=9)	
Round	4 (40)
Oval	2 (20)
Irregular	3 (30)
Margin (n=9)	
Smooth	1 (10)
Irregular	8 (80)
Internal enhancement (n=9)	
Rim-enhancement	9 (90)
Non-mass enhancement (n=1)	
Focal distribution	1 (10)
Internal heterogeneous pattern	1 (10)
Delayed kinetic pattern	
Persistent	8 (80)
Plateau	2 (20)

167, $P < 0.05$, Wilcoxon signed rank test).

고 찰

본 연구에서 종괴로 보였던 9개의 지방괴사 중 90% (9/10)의 병변이 종괴형을 보였고, 모든 종괴 병변 (9/9)은 균일하고 얇은 환형 조영증강을 보였던 소견은 기존 MR영상 연구와 일치하며, 이러한 소견 때문에 유방암과의 감별을 위해 조직검사를 시행하게 된다 (3). 조영증강 MR영상에서 이와 같은 조영증강을 보이는 것은 동반된 염증 반응 때문인 것으로 설명한다. 유방에서 생기는 지방괴사는 병리적으로, 초기에는 지방층에 출혈이 생기고, 몇 주 후에 주위와 구분되는 종괴 병변을 형성하며, 낭성 변성이 일어나 내부에 낭성 기름 성분을 가진 동공을 형성하며, 이러한 낭종벽에 석회화가 생길 수 있다 (2). 중간기의 지방괴사에서는 염증세포들이 침윤하고 괴사된 지방세포에서 나오는 지방성분에 변성된 적혈구들이 침윤된다. 지방괴사의 후반기에는 헤모시데린이 침착하고 섬유화가 발생한다. 염증세포가 섬유화로 대체되면서 반흔이 생성된다 (2).

블랙홀사인은 Trimboli RM 등이 STIR MR영상에서 보이는 지방괴사의 특징적인 소견으로 처음 기술하였다. 블랙홀사인이란 지방괴사 내부에 지방조직이 주변 피하 지방층에 비해 매우 낮은 신호강도를 보이는 현상이다.

STIR영상은 스핀에코시퀀스에서 180도 역위 회복 펄스 (inversion recovery prepulse)를 시행함으로써 지방 신호를 억제하는 방법이다. 역위펄스를 시행하면 종축자기화는 T1 이완시간에 따라 일어나며, 역위시간 (역위 펄스와 다음 90도 펄스 사이의 간격)은 억제하고자 하는 성분에 따라 선택된다. 따라서, STIR영상에서 지방괴사 내부의 지방조직이 더 저신호강도를 보이는 기전은 정상 피하지방층의 지방보다 지방괴사 병변 내부의 지방이 더 짧은 T1이완시간의 분포를 보이기 때문인 것으로 설명하고 있고, 이 차이는 지방괴사 내부의 지방의 염증변화 때문으로 생각된다 (4). 연구자들은 블랙홀사인이 STIR 영상에만 보이는 소견으로 보고하였으나 본 연구에서는 STIR영상이 아닌 화학적 지방 억제 T1강조 경사자제 에코 영상에서도 같은 현상이 보임을 알 수 있었다.

본 소견은 지방괴사와 유방암과의 감별 진단에 도움이 될 것으로 생각된다. 특히, 유방 MRI가 유방암으로 수술 받은 이후 재발암 발견의 스크리닝 방법으로 많이 이용되는 본 연구자의 기관에서는 유방암으로 인해 보존수술과 방사선치료를 받은 이후 유방에서 발견되는 지방괴사 소견이 재발암과의 감별이 어려워 조직검사를 시행하게 되는 빈도가 많다. 이때, 환형조영증강을 보이는 종괴가 특히 수술 부위에 위치하고, 지방억제 T1강조 영상에서 피하지방층보다 낮은 저 신호강도를 보이면, 재발암보다는 지방괴사의 가능성을 더 먼저 생각할 수 있어, 불

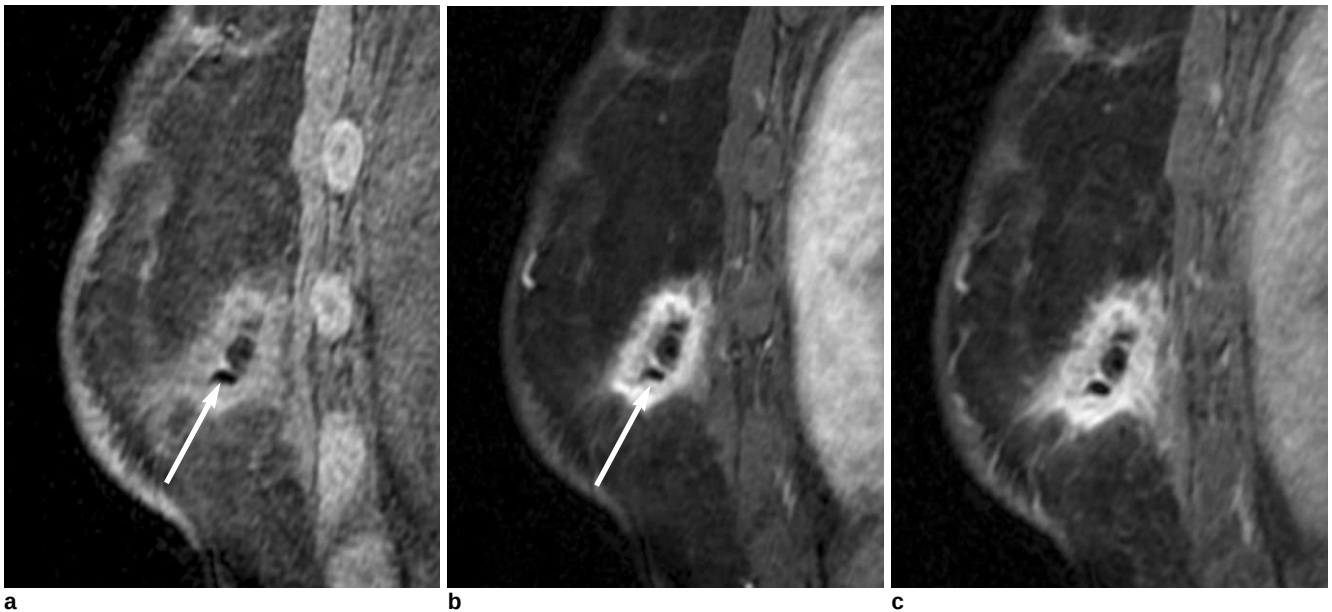


Fig. 1. 49-year-old woman who was diagnosed with fat necrosis in the breast. She had undergone breast conserving surgery due to breast cancer 14 months ago. Contrast-enhanced, screening breast MR images showed a mass in the conserved breast. (a) Pre-contrast T1 weighted -3D SPGR image shows an irregular mass with internal markedly hyposignal intensity. The signal intensity of the internal low signal intensity component (arrow) is lower than that of subcutaneous fat (76 vs. 497) on pre-contrast MR image. (b) Early post-contrast enhanced MR image shows the mass has a rim-enhancement with internal markedly hyposignal intensity (arrow) compared to that of subcutaneous fat. (c) The enhancing rim shows a plateau kinetic pattern on delayed enhanced MR image.

필요한 조직검사와 환자들의 불안감을 줄일 수 있다.

본 연구의 제한점은 MRI에서 이상이 발견되어 조직검사를 시행한 병변을 대상으로 하였기 때문에 기술한 MR영상 소견이 모든 유형의 지방괴사 병변을 대별할 수 없다는 것이다. 또한 블랙홀사인의 정량화를 위한 신호강도 측정은 부분용적효과를 줄이기 위해 1 cm 이상 병변에 대해서만 측정하였고, 대상군의 절반인 5개의 증례는 환형조영증강을 보였지만 내부 저신호강도 성분의 크기가 작아 측정할 수 없었다.

결론적으로, 유방 MRI에서 발견된 환형조영증강 종괴 병변에서 내부에 피하지방층보다 더 낮은 저신호강도를 보이는 경우, 특히 그 병변이 이전에 수술 받은 부위라면, 지방괴사에서 보이는 블랙홀사인의 가능성이 높고, 이 경우는 조직검사보다는 추적관찰을 권유할 수 있다.

참 고 문 헌

1. Tan PH, Lai LM, Carrington EV, et al. Fat necrosis of the breast—a review. *Breast* 2006;15:313-318
2. Taboada JL, Stephens TW, Krishnamurthy S, Brandt KR, Whitman GJ. The many faces of fat necrosis in the breast. *AJR Am J Roentgenol* 2009;192:815-825
3. Daly CP, Jaeger B, Sill DS. Variable appearances of fat necrosis on breast MRI. *Am J Roentgenol* 2008;19:1374-1380
4. Trimboli RM, Carbonaro LA, Cartia F, Di Leo G, Sardanelli F. MRI of fat necrosis of the breast: the “black hole” sign at short tau inversion recovery. *Eur J Radiol* 2012;81:e573-e579
5. Morris EA, Comstock CE, Lee CH, et al. ACR BI-RADS® Magnetic Resonance Imaging. In: ACR BI-RADS® Atlas, Breast Imaging and Reporting and Data System, Reston, VA, American College of Radiology 2013

J Korean Soc Breast Screening 2014; 11: 16-19

Black Hole Sign: Characteristic Feature of Fat Necrosis on Breast MRI

Nariya Cho, MD, Eun Hee Lee, MD

Department of Radiology, Seoul National University Hospital

Purpose: The purpose of this study was to describe the findings of fat necrosis on breast MRI.

Materials and Methods: Between January 2007 and December 2011, histologically confirmed 10 lesions of fat necrosis of breast in 9 women (median age, 52 years; range 32–60 years) were included. Two radiologists retrospectively analyzed the findings of breast MRI in consensus. Morphology was analyzed according to the Breast Imaging Reporting and Data System. The median signal intensity of central portion of the enhancing lesion was compared with that of subcutaneous fat layer on T1-weighted MR images.

Results: Median lesion size was 2.1 cm (range, 0.6–5.5 cm). Ninety % (9/10) of the lesions were a mass types and the remaining 10% (1/10) showed non-mass enhancements. Eighty nine % (8/9) of the masses showed an irregular margin. All mass lesions (9/9) showed an evenly thin, rim-enhancement. The median value of signal intensity of the central component of the lesions was lower than that of subcutaneous fat (51 vs. 167, $P < 0.05$, Wilcoxon signed rank test) for the lesions more than 1.0 cm. The majority of the lesions showed persistent (80%, 8/10) or plateau (20%, 2/10) pattern kinetic curve pattern.

Conclusion: Characteristic finding of the fat necrosis on breast MRI is an irregular, rim-enhancing mass with markedly lower internal signal intensity than that of subcutaneous fat.

Index words: Fat necrosis; Breast MRI; Breast benign disease

Corresponding author: Nariya Cho, M.D.