

유방자기공명영상에서 3 차원 최대 강도 투사 재건 영상의 유용성

김현성 · 강봉주 · 김성현 · 최재정 · 이지혜

목적 : 유방자기공명영상에서 3 차원 최대 강도 투사 (3D MIP) 재건 영상의 유용성을 알아보고자 하였다.

대상 및 방법 : 유방암으로 진단받고 유방자기공명영상을 시행한 27명의 환자의 54개의 유방을 대상으로 하였다. GE Signa Excite Twin speed (GE medical system, Wisconsin, USA) 1.5 T 기기를 이용하여 기본 영상으로 축면 T2 강조, T1 강조 영상과 시상면 T1 강조 지방 억제 영상, 역동적 조영 증강 영상과 감산 영상을 얻었다. 이후 초기 역동적 조영증강 영상의 감산영상으로 워크스테이션 (GE Medical system)을 이용하여 3D MIP 영상을 얻었다. 3D MIP 영상과 기본 유방자기공명영상에서 발견된 병변을 ACR BI-RADS[®] MRI lexicon에 따라 분석하였다. 각각의 영상에서 발견된 병변의 소견들을 비교하고 3D MIP에서 기본 자기공명영상에서 보다 추가적인 정보를 얻을 수 있는지 알아보았다.

결과 : 종괴의 경우 기본 유방자기공명영상에서 보이는 56개 중 43개가 3D MIP 영상에서 발견되었다 (76.8%). 비종괴성 조영 증강의 경우 20개 중 17개가 발견되었다 (85%). 169개의 초점성 조영증강 병변이 3D MIP 영상에서, 109개가 기본 유방자기공명영상에서 확인되었다. 3D MIP 영상에서 60.9 %의 category 3 병변이 발견되었고(14/23), 68.87%의 category 4 병변 (11/16), 100%의 category 5 병변 (28/28)이 발견되었다. 3D MIP 영상에서 분석된 조영증강 병변들의 category가 기본 유방 자기공명 영상의 결과들과 통계적으로 일치하였다 (p -value < 0.0001). 기본 유방 자기공명 영상에서 초점으로 분석된 2개의 병변들이 3D MIP 영상에서는 다초점성의 악성 병변으로 발견되었고, 1개의 추가적 병변이 3D MIP 영상에서만 발견되었다.

결론 : 3D MIP 영상은 한계점들을 갖고 있으나, 기본 유방자기공명영상의 분석에 있어 추가적으로 이용 시 유용하다.

서 론

현재 우리나라에서 유방암은 여성 암 발생 1위를 차지 하고 있고, 유방암 환자수가 증가되고 있다(1). 또한 유방암이 진단된 여성은 여성으로서의 상징성에 훼손을 받으므로 이로 인해

불안감과 심리적 충격이 발생하므로 최소한의 수술을 원한다. 유방암 환자에서 최소한의 수술을 위해서는 정확한 진단이 필요하고 유방자기공명영상 검사가 정확한 진단을 위해 꼭 필요하다. 유방자기공명영상은 유방암 진단에 있어 90% 이상의 민감도를 보이며 유방촬영술보다 높은 유방암 발견율을, 유방초음파와는 비슷하거나 높은 유방암 발견율을 보이고, 침윤성 유방암

대한자기공명의과학회지 13:183-189(2009)

가톨릭대학교 의과대학 영상의학과

접수 : 2009년 10월 14일, 수정 : 2009년 11월 9일, 채택 : 2009년 11월 25일

통신저자 : 강봉주, (137-040) 서울시 서초구 반포동 505, 가톨릭대학교 의과대학 영상의학과

Tel. (02) 2258-6253 Fax. (02) 2258-1457 E-mail: lionmain@catholic.ac.kr

크기의 진단에서는 유방촬영술이나 유방초음파보다 정확하다고 보고된바 있다(2-6). 조직검사에서 악성으로 진단되면 병변의 범위와 예후를 판단하고 치료방법을 결정하기 위한 평가를 해야 하는데, 유방자기공명영상은 다초점성(multifocal) 및 다발성(multicentric) 병변과 같은 추가 병변을 찾기 위한 수술 전 평가에 유용하다(7). 이러한 발견은 향후 치료 계획을 세우는 데에 도움이 될 수 있다. 그러나, 유방자기공명 영상 검사는 그 수가 많고 판독하는데 시간이 많이 걸리며, 한 눈에 전체를 보기 어려울 수 있다. 그래서, 한 눈에 전체를 확인할 수 있는 입체영상의 필요성을 느끼게 되었다.

3D MIP(three-dimensional maximal intensity projection) 재건 영상은 이미 얻어진 조영 증강 유방자기공명영상을 이용하여 입체 영상을 얻는 것으로, 3차원 영상을 통하여 조영증강 되는 병변의 위치, 모양, 수를 확인할 수 있다. 이에 이 3D MIP 재건 영상이 유방 자기공명 영상을 판독하는데 어떤 유용성이 있는지 확인해보고자 이 연구를 시작하게 되었다.

대상과 방법

2003년 8월부터 2004년 12월까지 유방암으로 진단되고 유방자기공명영상을 시행한 27명의 환자의 54개의 유방을 대상으로 하였다. 환자의 나이는 34-64세였고, 평균 나이는 49.7 세였다. 조직 검사 결과 21명이 침윤성 관상암, 2명이 침윤성 소엽암, 1명의 침윤성 미세유두암, 1명의 아포크린암, 1명의 수질암, 그리고 1명의 관상피내암이 있었다. 27명 중 24명의 환자

에서 변형근치유방절제술을 시행하였고, 3명은 유방보존술을 시행하여 조직학적으로 확진되었다.

자기공명영상 검사는 1.5T Signa(GE Medical Systems, Wisconsin, USA)를 이용하였다. 환자가 엎드린 상태에서 지방 억제 후 T2 강조 영상(fat-suppressed fast spin-echo T2-weighted imaging (TR/TE= 4000/85, flip angle 90°, 30 slices with FOV (240 mm), matrix (256×224), 2 NEX and 3 mm section thickness with 0.1 mm intersection gap, acquisition time (2 min, 56 sec.)), 조영전과 조영 증강 후의 T1 강조 영상(pre- and post-contrast axial spin-echo T1-weighted images(TR/TE= 625/12, flip angle 90°, 31 slices with FOV (300 mm), matrix (256×192), 1.5 NEX, acquisition time (3 min, 60 sec.)), 역동적 조영 강조 영상(T1-weighted three-dimensional, fat-suppressed, fat-spoiled gradient-echo sequence (TR/TE= 6.2/3.1, flip angle 10°, 2.6 mm section thickness, acquisition time (1 min. 31 sec) was obtained before and 0, 91, 182, 273, 364 and 455 sec after rapid bolus injection of 0.2 mmol/kg body weight of Gd-DTPA (Magnevist, Schering, Berlin, Germany))을 얻었다. 이후 후처리 영상으로 감산 영상(subtraction images; 조영 증강 후 영상-조영 증강 전 영상)을 얻었다. 이후 3D MIP 재건 영상을 얻었는데; 역동적 조영증강 영상 중 조기 영상의 감산영상을 이용하여 advantage workstation (GE Medical system)을 통하여 얻었다. 3D MIP 영상과 기

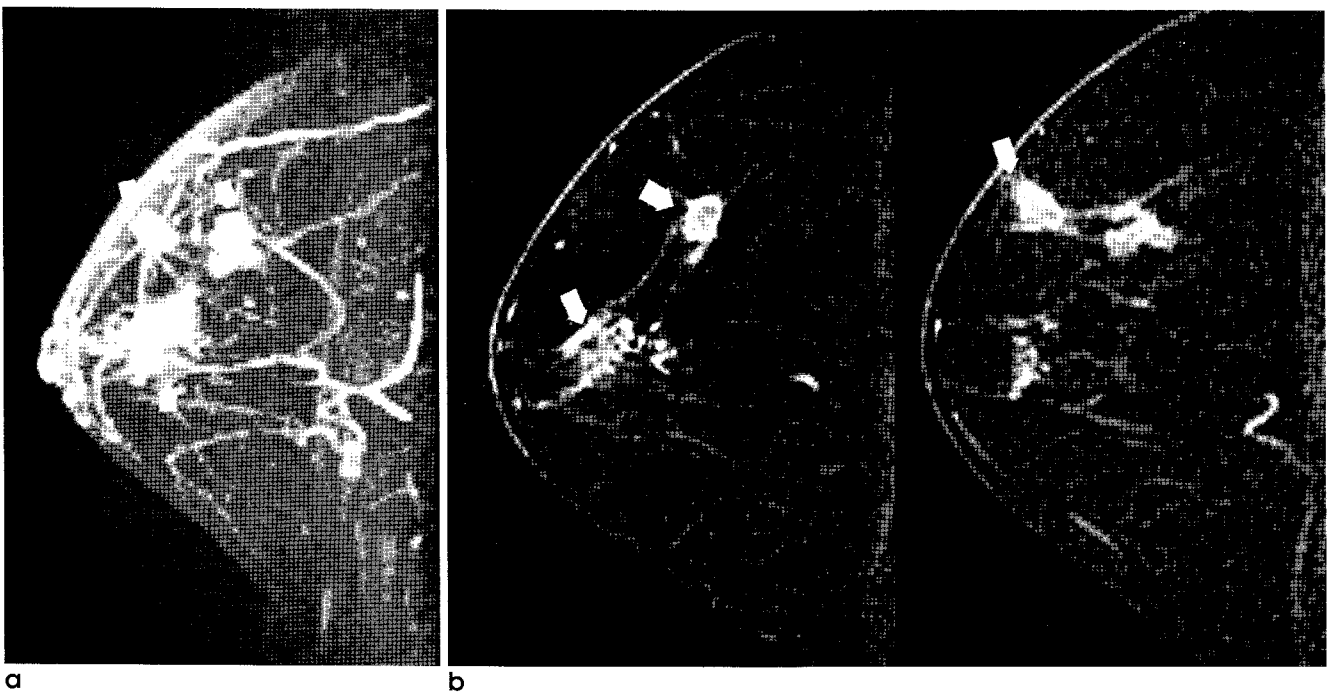


Fig. 1. 63-year-old woman with invasive ductal cancer and multifocal ductal carcinoma in situ. Concordant findings are seen between the 3D MIP image (a) and subtraction images (b). There are multifocal and multicentric enhancing masses (white arrows).

본 유방자기공명영상에서 보이는 조영증강 병변을 The American College of Radiology (ACR)의 Breast Imaging Reporting And Data System(BI-RADS)에 따라 분석하였다(8). 이후 각각의 소견을 비교하였고 3D MIP에서 추가적인 정보를 얻을 수 있는지 알아보았다.

두 명의 유방 전문 영상의학과 의사가 각각의 3D MIP 영상과 기본 유방자기공명영상에서 각각 독립적으로 분석하여 합의를 이루었다. 병변을 발견하여 이를 종괴와 비종괴성 조영증강 병변, 초점성 병변으로 구분하고, 또한 각각의 모양, 변연, 조영증강 패턴, 분포 등을 분석하였고, 기본 유방자기공명영상의 역동적 조영증강영상에서는 추가적으로 시간 신호강도 곡선을 구하여 분석하였다. 그리고 각각의 병변에 category를 주었다. 이후 3D MIP 영상의 병변들과 기본 유방자기공명영상의 병변들을 1대1로 비교하였다. 이후 통계적으로 Fisher's Exact test를 통하여 두 영상에서 발견된 병변의 일치도를 분석하였다. 또한, MRI 영상과 3D MIP 영상에서 보였던 병변들의 위치와 크기와 수를 수술 후 조직병리 보고서 내의 병변의 위치와 크기와 수와 비교하여 조직 결과를 확인하였다.

결 과

3D MIP 영상과 기본 유방자기공명영상에서 보였던 병변들의 합집합을 살펴보면 모두 79개의 병변이 있었다. 이들을 종괴와 비종괴성 조영증강병변으로 구분하고, 또한 각각의 모양, 변연, 조영증강패턴, 분포들을 분석하였고, 기본 유방자기공명영

상의 역동적 자기공명영상에서는 시간 신호강도곡선을 추가적으로 분석하였고, 이후 3D MIP 영상의 병변들과 기본 유방자기공명영상의 병변들을 비교하였는데, 모든 것이 일치하는 경우가 가장 많은 30개였다. 대부분의 유방암의 경우 3D MIP 영상과 기본 유방자기공명영상의 감산 영상에서 일치하는 양상이었다 (Fig. 1). 다발성 유방암이나 딸 병변의 경우도 3D MIP와 기본 유방자기공명영상에서 동일하게 발견되었다. 둘 다 종괴로 보이나 모양, 변연 혹은 내부조영증강패턴 중 한가지라도 일치하지 않는 경우가 17예였다 (Fig. 2). 기본 유방자기공명영상에서는 종괴로 3D MIP 영상에서는 비종괴성 조영증강병변으로 분석된 예가 6예, 기본 유방자기공명영상에서는 비종괴성 조영증강병변으로 3D MIP 영상에서는 종괴로 분석된 예가 3예였다. 둘 다 비종괴성 조영증강병변으로 분류되고 분포가 다른 경우는 1예였다. 기본 유방자기공명영상에서는 보이고 3D MIP 영상에서는 안 보이는 경우가 19예였다. 반면에 3D MIP 영상에서는 보이고 기본 유방자기공명영상에서는 안 보이는 경우는 3예였다.

가장 중요한 기본 유방자기공명영상에서는 보였으나 3D MIP 영상에서 안 보이는 19예를 분석하여 보면 이중 대부분인 15예가 기본 유방자기공명영상에서는 종괴로 분류하였으나 3D MIP에서는 초점성 조영증강 병변으로 보아 발견하지 못한 경우였다 (Fig. 3). 후향적으로 분석 결과 일치하는 초점성 병변들을 확인할 수 있었다. 나머지 4예는 모두 다발성 유방암의 경우로 1 cm 이하의 종괴를 3D MIP 영상에서 발견하지 못하였다 (Fig. 4).



Fig. 2. 40-year-old woman with multifocal invasive lobular cancer. Concordant findings except internal enhancement pattern are seen between the 3D MIP image (a) and subtraction images (b). There are main mass (black arrows) and daughter nodules (black arrowheads)

3D MIP 영상에서는 보이고 기본 유방자기공명영상에서는 안 보이는 경우는 3예 중, 2예의 경우는 후향적으로 분석 결과 기본 유방자기공명영상에서 일치하는 초점성 병변들을 확인할 수 있었는데, 수술 후 조직 확인 결과 다초점성 악성 병변들이었다. 나머지 1예는 기본 유방자기공명영상에서 발견하지 못하였고, 조직 확인 결과는 양성이었다.

43개의 조영증강 되는 종괴와 17개의 비종괴성 조영증강 병

변이 3D MIP 영상에서 확인되었다. 56개의 조영증강 되는 종괴와 20개의 비종괴성 조영증강 병변이 기본 유방자기공명영상에서 확인되었다. 169개의 초점성 조영증강 병변이 3D MIP 영상에서, 109개가 기본 유방자기공명영상에서 확인되었다. 3D MIP 영상에서 56개 중 43개의 종괴가 발견되었다 (76.8%). 비종괴성 조영 증강의 경우 20개 중 17개가 발견되었다 (85%). 3D MIP 영상에서 60.9%의 category 3 병변이

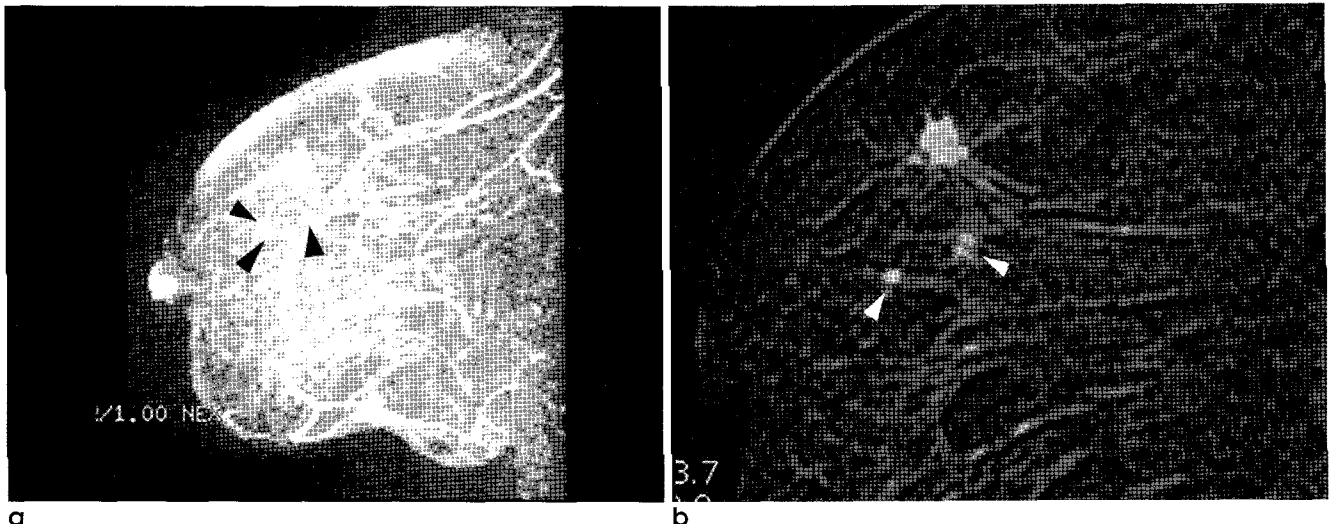


Fig. 3. 51-year-old woman with multifocal invasive ductal cancer. Discordant findings are seen between the 3D MIP image (a) and subtraction image (b). Under the subtraction image, suspicious daughter nodules are seen (white arrowheads), but under the 3D MIP image, only multiple foci are described (black arrowheads).



Fig. 4. 48-year-old woman with multifocal invasive ductal cancer. Discordant findings are seen between the 3D MIP image (a) and subtraction images (b). Under the subtraction images, suspicious daughter nodules are seen (white arrowheads), but under the 3D MIP image, there is no definite nodule.

발견되었고(14/23), 68.87%의 category 4 병변 (11/16), 100%의 category 5 병변 (28/28)이 발견되었다.

이들을 자세히 분석해 보면 기본 유방자기공명영상에서는 category 3로 분류된 23예 중, 11예가 category 3, 3예가 category 4로 분석되어 3D MIP 영상에서 발견되었다고 분류되었고, 2예가 category 1, 7예가 category 2로 발견되지 않은 것으로 분류하였다. 기본 유방자기공명영상에서 category 4로 분류된 16예 중, 7예가 category 4, 4예가 category 5로 분석되어 3D MIP 영상에서 발견되었다고 분류되었고, 2예가 category 1, 3예가 category 2로 발견되지 않은 것으로 분류하였다. 기본 유방자기공명영상에서 category 5로 분류된 28예 중, 대부분인 23예가 category 5, 5예가 category 4로 분석되었다. 3D MIP 영상에서 분석된 조영증강 병변들의 category가 기본 유방 자기공명 영상의 결과들과 통계적으로 일치하였다 (p -value < 0.0001).

기본 유방자기공명영상에서 초점으로 분석된 2개의 병변들이 3D MIP 영상에서는 다초점성의 양성 병변으로 발견되었고, 1개의 추가적 병변이 3D MIP 영상에서만 발견되었다. 또한 한 환자의 경우 기본 유방자기공명영상에서는 관형 조영증강이 있어 의심스러웠으나 3D MIP 영상에서 확인한 결과 초점성 병변들이 관형과 무관하게 연이어 있어 불필요한 조직검사를 하지 않고도 양성 병변으로 생각할 수 있었고 추적 유방자기공명영상 검사를 통하여 양성 병변으로 확진하였다 (Fig. 5).

고 찰

현재 우리나라에서 유방암은 여성 암 발생 1위를 차지 하고 있고, 유방암 환자수가 증가되고 있다(1). 유방자기공명영상 검사는 유방암 환자에서 최소한의 수술을 위한 정확한 진단에 꼭 필요한 검사이다. 그러나 유방 자기공명 영상 검사는 그 수가 많아, 전체 영상을 한눈에 확인할 수 있는 3D MIP 재건 영상과 같은 입체 영상의 도움이 필요하다. 3D MIP 재건 영상의 유용성을 확인하기 위해 기본 유방자기공명영상과의 비교가 필요한데, 이를 위해 기본 유방자기공명영상 중 유방암의 진단에 가장 민감한 조기 조영증강 영상을 선택하여 3D MIP 영상을 얻었다. 조기 조영증강 영상 중에서도 두번째 열의 영상의 조영증강 정도가 가장 높으나 첫번째 열보다 유방 실질의 조영증강 정도가 높아 3D MIP 영상을 얻는데 부적절하여 첫번째 열 영상을 이용하여 3D MIP 영상을 얻어 기본 유방자기공명영상과 비교하였다.

저자들의 연구에서 3D MIP 영상과 기본 유방자기공명영상에서 보였던 병변들의 합집합을 살펴보면 모두 79개의 병변이 있었다. 3D MIP 영상의 병변들과 기본 유방자기공명영상의 병변들을 비교하였는데, 모든 것이 일치하는 경우가 가장 많은 30개였다. 둘 다 종괴로 보이나 모양, 변연 혹은 내부조영증강패턴 중 한가지라도 일치하지 않는 경우가 17예 있었는데, 종괴의 모양, 변연, 내부조영증강패턴 중 내부조영증강패턴이 가장 불

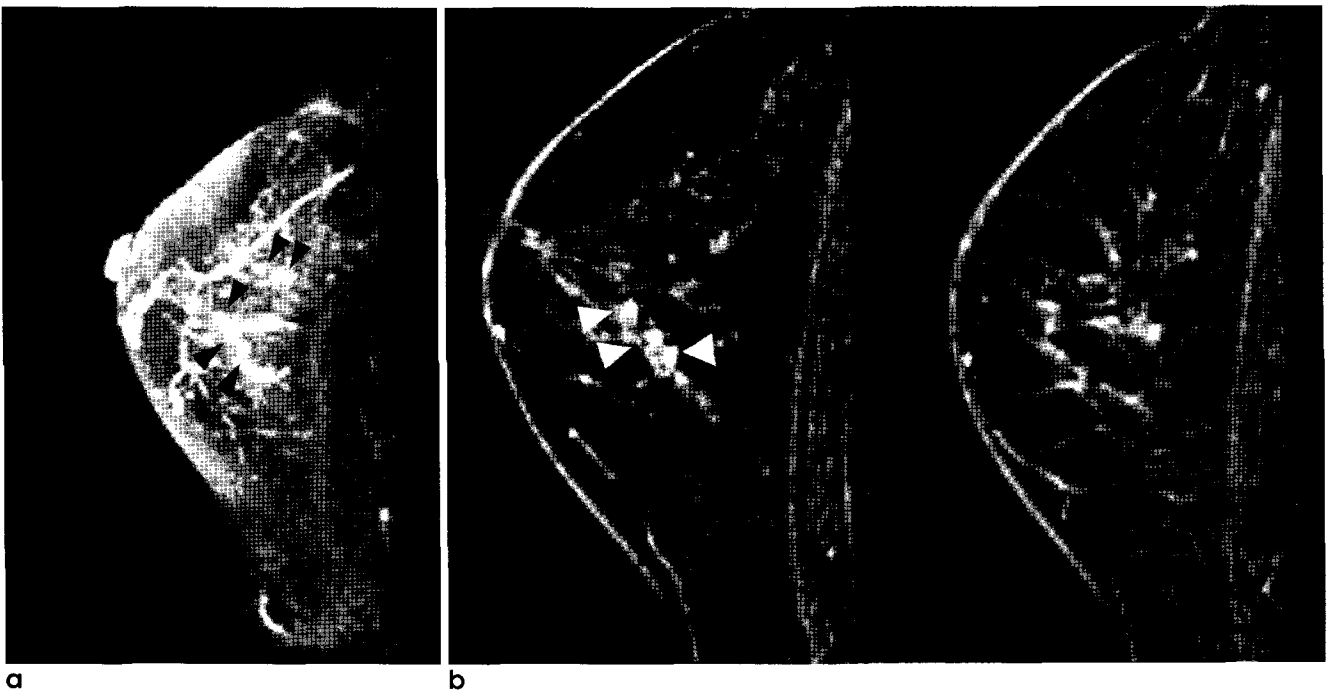


Fig. 5. 59-year-old woman with invasive lobular cancer at contralateral breast. Disconcordant findings are seen between the 3D MIP image (a) and subtraction images (b). Under the subtraction images, ductal enhancement are seen (white arrowheads), but under the 3D MIP image, only multiple foci are detected (black arrowheads). These lesions are confirmed to be benign through MRI follow up.

일치도가 높았다. 이는 아마도 3D MIP 영상의 특성상 내부조영증강패턴이 변연의 조영증강에 의해 가려지기 때문으로 생각된다 (Fig. 2). 그 뒤로 변연, 모양 순으로 불일치도를 보였다.

기본 유방자기공명영상에서는 보였으나 3D MIP 영상에서 안 보이는 19예를 분석하여 보면 이중 대부분인 15예가 기본 유방자기공명영상에서는 종괴로 분류하였으나 3D MIP에서는 초점성 조영증강 병변으로 보아 발견하지 못한 경우였고, 나머지 4예는 모두 다발성 유방암의 경우로 1 cm 이하의 종괴를 3D MIP 영상에서 발견하지 못하였다. 또한, 저자들의 연구에서 초점성 조영증강 병변이 기본 유방자기공명영상에서보다 3D MIP 영상에서 더 많이 보인다는 사실이 확인되었다. 이러한 초점성 조영증강 병변으로 인해 진짜 종괴나 다초점성 유방암 병변들이 가려질 수 있다는 사실은 3D MIP 영상을 볼 때 유의해야 할 점으로 생각된다.

저자들의 연구에서 대부분의 유방암으로 확진된 종괴나 비종괴성 조영증강 병변의 경우 기본 유방자기공명영상과 3D MIP 영상에서 동일하게 발견되었다. 또한, 3D MIP 영상에서 분석된 조영증강 병변들의 category가 기본 유방 자기공명 영상의 결과들과 통계적으로 일치하였다 (p -value < 0.0001). 기본 유방 자기공명 영상에서 초점으로 분석된 2개의 병변들이

3D MIP 영상에서는 다초점성의 악성 병변으로 발견되었고, 1개의 추가적 병변이 3D MIP 영상에서만 발견되었다. 또한 한 환자의 경우 기본 유방자기공명영상에서는 관형 조영증강이 있어 의심스러웠으나 3D MIP 영상에서 확인한 결과 초점성 병변들이 관형과 무관하게 연이어 있어 불필요한 조직검사를 하지 않고도 양성 병변임을 확진할 수 있었다. 3D MIP 영상의 한계로 일부 다초점성 유방암 병변들이 초점성 조영증강 병변으로 오인되어 위음성으로 보일 수 있다는 단점이 있다. 또한, 3D MIP 영상의 특성상 종괴 내부의 조영증강 패턴을 알 수 없어 분석하지 못하는 점과 시간 신호강도 곡선을 구할 수 없다는 점으로 인하여 악성과 양성 병변을 감별하는데 어려움이 있을 수 있다.

이 연구의 한계점으로는 환자 수가 적다는 점, 자기공명영상 유도 하 위치 고정술이나 자기공명영상 유도 하 조직검사 등을 시행하지 못하여 각 병변에 대한 조직 분석을 조직 병리 보고서

에만 의존하여 각각의 병변에 대한 조직 결과가 미흡하다는 점, 그리고, 3D MIP 영상에서 보이는 다수의 초점성 병변들이 확진되지 못한 점 등을 들 수 있다. 그러나, 본 연구의 결과 3D MIP 영상은 그 한계를 이해하고 기본 자기공명영상의 분석에 있어 추가적으로 이용 시 유용하다는 결론을 내릴 수 있다고 생각된다.

참 고 문 헌

1. Ahn SH, Yoo KY, the Korean Breast Cancer Society. Chronological changes of clinical characteristics in 31,115 new breast cancer patients among Koreans during 1996-2004. *Breast Cancer Res Treat* 2006; 99:209-214
2. Fischer U, Kopka L, Grabbe E. Breast carcinoma: effect of preoperative contrast-enhanced MR imaging on the therapeutic approach. *Radiology* 1999;213:881-888
3. Hata T, Takahashi H, Watanabe K, et al. Magnetic resonance imaging for preoperative evaluation of breast cancer: a comparative study with mammography and ultrasonography. *J Am Coll Surg* 2004;198:190-197
4. Gilles R, Guinebretiere JM, Lucidarme O, et al. Nonpalpable breast tumors: diagnosis with contrast enhanced subtraction dynamic MR imaging. *Radiology* 1994;191: 625-631
5. Bone B, Aspelin P, Bronge L, Isberg B, Perbeck L, Veress B. Sensitivity and specificity of MR mammography with histopathological correlation in 250 breasts. *Acta Radiol* 1996;37:208-213
6. Helbich TH, Becherer A, Trattnig S, et al. Differentiation of benign and malignant breast lesions: MR imaging versus Tc-99m sestamibi scintimammography. *Radiology*1997;202:421-429
7. Frei KA, Kinkel K, Bonel HM, Lu Y, Esserman LJ, Hylton NM. MR imaging of the breast in patients with positive margins after lumpectomy: influence of the time interval between lumpectomy and MR imaging. *AJR Am J Roentgenol* 2000; 175:1577-1584
8. American College of Radiology. *Breast Imaging Reporting and Data System (BI-RADS) Atlas*. 4th ed. Reston, VA: American College of Radiology, 2003.

Usefulness of Three-Dimensional Maximal Intensity Projection (MIP) Reconstruction Image in Breast MRI

Hyun Sung Kim, Bong Joo Kang, Sung Hun Kim, Jae Jeong Choi, Ji Hye Lee

Department of Radiology, The Catholic University of Korea

Purpose : To evaluate the usefulness of three-dimensional (3D) maximal intensity projection (MIP) reconstruction method in breast MRI.

Materials and Methods : Total 54 breasts of consecutive 27 patients were examined by breast MRI. Breast MRI was performed using GE Signa Excite Twin speed (GE medical system, Wisconsin, USA) 1.5T. We obtained routine breast MR images including axial T2WI, T1WI, sagittal T1FS, dynamic contrast-enhanced T1FS, and subtraction images. 3D MIP reconstruction images were obtained as follows; subtraction images were obtained using T1FS and early stage of contrast-enhanced T1FS images. And then 3D MIP images were obtained using the subtraction images through advantage workstation (GE Medical system). We detected and analyzed the lesions in the 3D MIP and routine MRI images according to ACR BI-RADS® MRI lexicon. And then we compared the findings of 3D MIP and those of routine breast MR images and evaluated whether 3D MIP had additional information comparing to routine MR images.

Results : 3D MIP images detect the 43 of 56 masses found on routine MR images (76.8%). In non-mass like enhancement, 3D MIP detected 17 of 20 lesions (85 %). And there were one hundred sixty nine foci at 3D MIP images and one hundred nine foci at routine MR images. 3D MIP images detected 14 of 23 category 3 lesions (60.9%), 11 of 16 category 4 lesions (68.87%), 28 of 28 Category 5 lesions (100%). In analyzing the enhancing lesions at 3D MIP images, assessment categories of the lesions were correlated as the results at routine MR images (p -value < 0.0001). 3D MIP detected additional two daughter nodules that were described foci at routine MR images and additional one nodule that was not detected at routine MR images.

Conclusion : 3D MIP image has some limitations but is useful as additional image of routine breast MR images.

Index words : Breast

Magnetic resonance (MR)

Breast neoplasm

Address reprint requests to : Bong Joo Kang, M.D., Department of Radiology, Seoul St. Mary's Hospital,
The Catholic University of Korea, 505 Banpo-dong, Seocho-ku, Seoul 137-040, Korea.
Tel. 82-2-2258-6253 Fax. 82-2-2258-1457 E-mail: lionmain@catholic.ac.kr