

유방암 환자에서 MR Breast perfusion 영상과 시간-신호강도 곡선의 유용성

조재환^{1,2}, 이해각^{2*}

¹경산1대학 방사선과, ²순천향대학교 컴퓨터공학과

The usability of the MR Breast perfusion image and Time-Signal Intensity curve in Breast cancer patients

Jae-hwan Cho^{1,2} and Hae-kag Lee^{2*}

¹Department of Radiological Science, Gyeongsan University College

²Department of Computer Engineering and Soonchunhyang University

요 약 본 연구는 유방암 환자를 대상으로 MR Breast perfusion 영상과 시간-신호강도 곡선의 진단적 유용성을 평가하고자 하였다. 2009년 3월부터 2010년 12월까지 조직학적으로 관상피 내암으로 진단 받은 환자 20명을 대상으로 하였다. 우선 역동적 조영 증강 영상을 획득한 후 Breast perfusion 영상을 재구성 하였다. 재구성 된 영상은 시간 강도 그래프를 획득 한 후 병변 부위, 정상 부위, 백그라운드 부위 등 세부위에서 기울기, 최대 상대 조영증강, 최대 조영증강 시간을 측정 하였다. 실험에 대한 정량적 분석방법으로 병변 부위와 정상 부위, 백그라운드 부위의 기울기를 측정하여 평균값을 비교 분석 하였다. 정성적 분석에서는 육안적으로 각 픽셀의 신호 강도를 분석 하였고 높음(3점), 중간(2점), 낮음(1점)의 구분을 3점 척도로 실시하여 평균값을 측정하였다. 정량적 분석 결과 기울기와 최대 상대 조영증강은 병변 부위에서 가장 높았으며 최대 조영 증강 시간은 백그라운드 부위에서 가장 높았다. 정성적 분석에서는 Breast perfusion 영상은 진단적 가치가 높았다.

Abstract The purpose of this study was to examine the usefulness of MR Breast perfusion image and time-signal intensity curve in patients diagnosed with breast cancer. We selected on 20 patients who were histologically diagnosed to have invasive ductal carcinoma (IDC) from March 2009 to December 2010. First, the Breast perfusion mapping image was reconstructed after obtaining the dynamic contrast enhancement image. The reconstructed image measured the slope, maximal relative enhancement, and time to peak on the detail including the lesion region, normal region, back ground region after obtaining the time-signal intensity curve. The lesion region and normal and slope of the back ground part were measured with the quantitative analytical method about the research and the average was compared and was analyze. In the qualitative analysis, the signal strength of each pixel was analyze with the macroscopic and being high it was low, the medium (2) performed the division of (a) by the three-point standard and the average was measured.

The findings from the quantitative image analysis are the following: In the lesion region, the slope and maximal relative enhancement were the highestest among and the time to peak was the highestest in the back ground region. In the qualitative analysis, the breast perfusion image showed a diagnostic efficiency

Key Words : Breast cancer, Breast perfusion, Time-signal intensity curve

1. 서론

유방암은 우리나라에서 2001년 보건복지부 통계로 보면 전체 여성 악성 종양 발생률에서 1위를 차지하고 있

며 2005년 전체 여성 암 사망율 6위를 차지하고 있고 점차 그 비중이 증가하는 추세이며 유방암 중에서도 침윤성 관상피암(invasive ductal carcinoma)은 유관을 이루는 세포에서 기원한 암으로 발병율이 전체 유방암의 80%를

*교신저자 : 이해각(lhk7083@sch.ac.kr)

접수일 11년 06월 27일

수정일 (1차 11년 08월 17일, 2차 11년 08월 24일)

게재확정일 11년 09월 08일

차지하는 대표적인 유방암이다[1]. 유방암은 조기 진단을 할 경우 수술로 완치시킬 확률이 높아지므로 유방암을 조기 진단할 수 있는 임상 연구가 매우 활발하게 진행되고 있다. 유방암의 진단에는 유방 촬영술(mammography), 유방 초음파 촬영술, 절제 생검(excisional biopsy)을 이용한 조직검사, 자기 공명 영상(magnetic resonance imaging; MRI) 등이 이용되고 있다. 유방 촬영술에서 유방암은 침상 경계의 종양이나 종양 내부의 석회화 소견 등으로 진단하지만 종양의 크기가 작을 경우 위 음성률이 높고 악성 종양과 양성 종양의 감별이 쉽지 않고 방사선 피폭이 있다. 유방 초음파 촬영술 역시 유방 촬영술과 마찬가지로 위 음성률이 높고 악성 종양과 양성 종양의 감별이 쉽지 않고 유방암의 크기가 작을 때에는 발견하기 어렵다[2]. 절제 생검을 이용한 조직검사인 경우 병변의 일부만을 절제하였기 때문에 남아있는 병변에 대한 추적 검사가 필요하고 각각 미용상의 불만족, 수 차례에 걸친 바늘 삽입의 필요성[3] 등이 문제가 되고 치밀 유방에서는 검체의 확보가 어려워 불충분한 검체의 빈도가 3.5-11%로[4,5] 높다는 문제점이 지적되고 있다. 유방 MRI의 경우에는 Boetes 등[6]은 MRI가 유방암의 크기를 평가하는 데 유방 촬영술이나 초음파보다 정확하다고 하였고, 다른 연구 결과에서도 MRI가 유방암의 침범을 비교적 정확하게 규명할 수 있다고 하였다. 또한 MRI은 병변의 크기, 범위, 및 혈관과의 관계와 같은 병변의 특징을 결정함에 초음파와 컴퓨터 단층촬영보다 우위에 있는 것으로 밝혀져 있다[7]. Malur 등[8]은 MRI가 초음파나 유방 촬영술에 비하여 암 침범을 더 정확하게 발견한다고 보고하였다.

하지만 유방 MRI는 높은 민감도로 인해 사용이 증가하고 있으나 특이도가 낮고, 비용이 많이 들고, 유방의 관상피 내암에서는 민감도가 낮아 최근에는 관상피 내암에서 민감도를 크게 향상시켜 병변의 다발성, 유관으로의 침윤, 병변의 정확한 범위의 파악에 있어 높은 정확도를 보여 수술방법의 변화와 국소재발을 낮추는 것이 중요한 것으로 보고되고 있다[9-11]. 또한 Crim 등[12]은 MRI가 병변의 범위를 보는 데는 도움이 되지만 양성과 악성 병변들을 구분하는 데는 부정확하다고 보고하였다. 최근 들어 역동적 조영증강을 통해 얻어진 곡선이 근골격 질환의 연구에 자주 사용되었다. 이 기법을 이용하여 병변 내부의 양성과 악성 근골격 질환의 정량적 평가가 가능해졌다. Erlemann 등[13]은 골육종 환자를 대상으로 역동적 조영 증강 전후의 악성 여부를 분석하였으며 결과적으로 역동적으로 조영 증강한 경우 악성 여부를 약 80%의 정확도로 평가할 수 있는 것으로 보고 하였다. 본 연구는 근골격 질환이 아닌 유방 질환을 대상으로 역동적 자기

공명을 획득한 후 곡선의 분포를 분석하였으며 더 나아가 breast perfusion을 하여 양성 및 악성 병변에서 역동적 자기 공명 영상의 진단적 유용성을 평가하고자 하였다.

2. 대상 및 방법

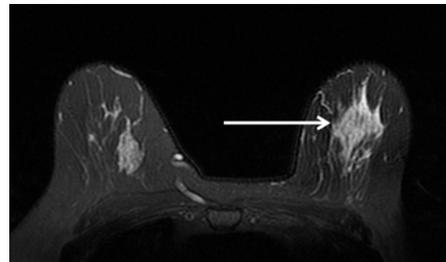
2.1 연구 대상

2009년 3월부터 2010년 12월까지 조직학적으로 관상피 내암으로 진단 받은 환자 중 악성 종양의 크기가 10mm³ 이상인 환자 20명을 대상으로 충분한 설명과 연구에 대한 동의를 받아 연구를 시작하였다. 대상자의 연령은 52세에서 67세까지 이었으며 평균 나이는 60.3세이고 환자들 중 MRI를 시행하기 전 방사선 치료나 치료 전 항암화학요법(neoadjuvant chemotherapy)을 받은 경우는 제외 하였다.

2.2 데이터 획득

MR영상의 획득은 3.0T MR scanner(Signa 3.0T HDx, GE Healthcare, Milwaukee, WI)와 HD T/R 8ch breast array coil(In vivo Corp, Gainesville, FL)을 이용하였고 위상배열다중코일(phased array multi-coil)을 사용하였다.

우선 병변의 위치를 확인 하기위해서 fast spin-echo (FSE) 영상법에서 CHESS 기법을 이용하여 지방 소거7한 횡이완 T2 강조 영상을 획득 하였으며 영상 변수는 다음과 같다[그림1].



[그림 1] 지방 소거한 횡이완 T2 강조 영상
[Fig. 1] Transverse T2 weighted image of fat saturation

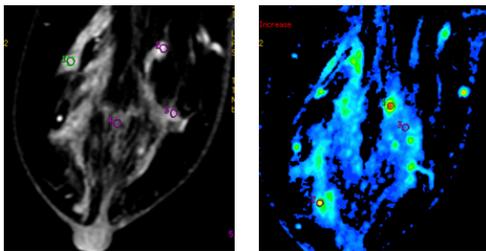
반복시간(TR): 6000ms, 에코시간(TE): 90ms, 화소배열수(Matrix): 288×224, 여기횟수(NEX): 4, 절편두께 (Slice thickness): 5.0mm, 영상영역(FOV(field of view)): 380mm

또한 역동적 영상을 획득하기 위해서 VIBRANT (Volume Imaging for Breast Assesment) 3D기법을 이용하여 횡단면으로 조영증강 전 영상과 4번의 조영증강 후 영상을 얻었다. 우선 조영제 주입 전 영상을 획득한 다

음 0.5mmol/ml의 가돌륨제제(gadodiamide)의 조영제를 주입하면서 4번의 횡단면 영상을 획득 하였으며 영상 변 수는 다음과 같다.

반복시간(TR): 9ms, 에코시간(TE): 4.25ms, 화소배열 수(Matrix): 512×320, 여기횟수(NEX): 1, 절편두께(Slice thickness): 20mm, 영상영역(FOV(field of view)): 320mm, 숙임각(flip angle): 100

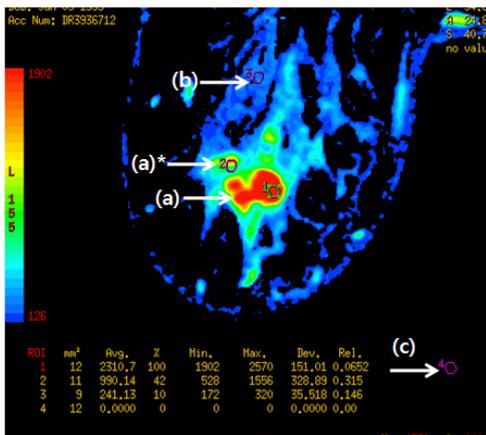
획득한 VIBRANT 3D기법을 이용한 조영 증강 전, 후의 횡이완 강조 영상은 Advantage Workstation(Ver 4.3, Revision 4. GE healthcare. Milwaukee. WI)으로 보내져 재구성된 breast perfusion 영상을 획득하였다[그림2]



[그림 2] VIBRANT 3D기법을 이용한 조영 증강 영상과 Breast perfusion 영상

[Fig. 2] The contrast enhancement image using the vibrant 3D technique and Breast perfusion image

이후 Breast perfusion 영상에서 관심영역의 신호 강도(signal intensity)를 측정하였다. 측정 부위는 병변의 중앙 부위와 병변이 없는 정상 조직과 유방 표면의 좌상단에 관심영역(ROI)을 위치시켰으며 관심영역의 크기는 15mm²이다[그림 3].

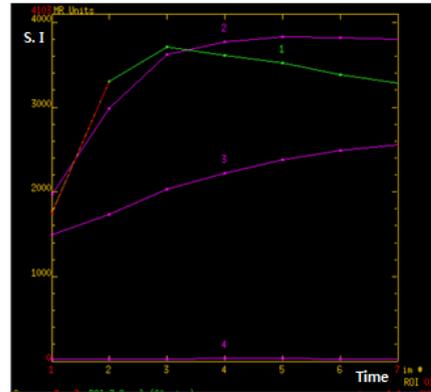


[그림 3] Breast perfusion 영상에서 관심영역의 위치

[Fig. 3] ROI set of breast perfusion image

(a),(a)*:병변 부위, (b):정상 부위, (c):백그라운드 지역

관심영역에서 측정된 신호강도 값을 소프트웨어 시스템(software system)을 이용하여 시간에 따라 좌표로 표시된 곡선을 획득 하였다[그림 4].

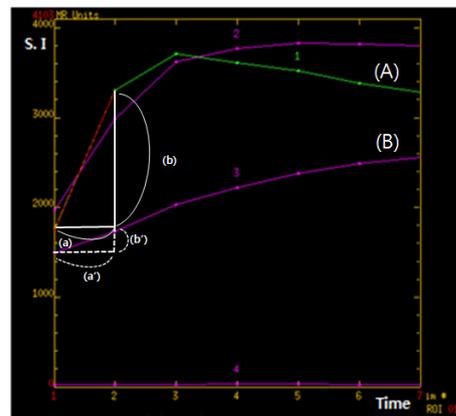


[그림 4] 시간에 따른 신호강도 곡선

[Fig. 4] Time-Signal Intensity curve

작성된 그래프는 각 부위의 기울기, 최대 상대 조영 증강, 최대 조영 증강 시간을 측정 하였다. 기울기는 상대적으로 곡선의 기울기가 가장 급격한 지점에서 곡선의 시작과 끝 지점의 신호강도 값을 시간의 변화량으로 나누어 계산하였다. 시간은 곡선의 시작과 끝 지점 사이의 시간으로 정의하였다. 수식 계산은 다음과 같다[그림 5].

$$\text{기울기} = \frac{\text{곡선이 끝나는 지점의 신호강도} - \text{곡선이 시작하는 신호강도}}{\text{시간의 변화량}} (\text{sec}^{-1})$$



[그림 5] 기울기 측정

[Fig. 5] The measurement of the slope

$$\text{기울기} = (b)/(a) \text{ sec}^{-1}, (b')/(a') \text{ sec}^{-1}$$

(A): 병변 부위

(B): 정상 부위

최대 상대 조영증강과 최대 조영 증강 시간은 소프트웨어 시스템에 의해 자동으로 계산되었다.

실험에 대한 정량적 분석방법으로 병변 부위와 정상 부위, 백그라운드 부위의 기울기를 측정하여 평균값을 비교 분석 하였다. 평균값 차이는 ANOVA 검증(ANOVA, SPSS win18.0)을 이용하였고. 좀 더 정확한 차이를 알기 위하여 Scheffe 검증법을 이용하여 사후검증(post-hoc analysis)을 하였다.

정성적 분석에서는 VIBRANT 3D기법을 이용한 조영 증강과 Breast perfusion 영상을 10년 이상 경력의 유방 전문 방사선3명이 육안적으로 각 픽셀의 신호 강도를 분석 하였고 높음(3점), 중간(2점), 낮음(1점)의 구분을 3점 척도로 실시하여 평균값을 측정 하였으며 kruskal-walls test를 이용하여 평균값을 비교 하였다. 통계적 결과는 P 값이 0.05 이하일 때 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 간주하였다.

3. 결과

영상의 정량적 분석결과 병변 부위와 정상 부위, 백그라운드 부위의 기울기를 측정한 결과 병변 부위의 기울기는 147 ± 12.3 , 정상부위의 기울기는 121 ± 13.4 , 백그라운드 부위의 기울기는 10.3 ± 3.45 로 나타났다. 최대 상대 조영증강은 병변 부위는 243 ± 18.4 , 정상부위는 217 ± 16.7 , 백그라운드 부위는 12.4 ± 3.42 로 나타났다. 최대 조영증강 시간은 병변 부위는 186 ± 17.6 , 정상부위는 114 ± 15.3 , 백그라운드 부위는 242 ± 19.4 로 나타났다[표 1].

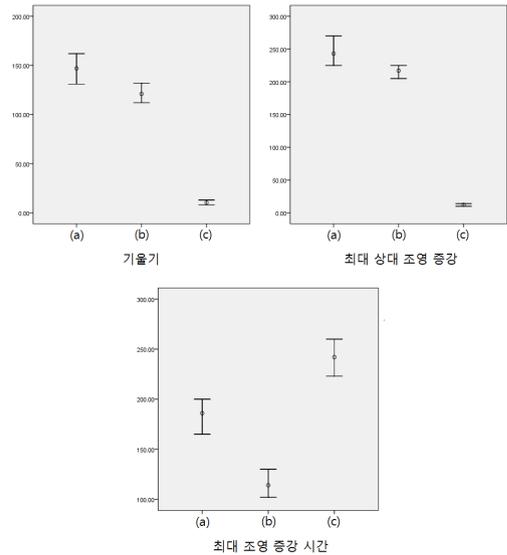
[표 1] 기울기, 최대 상대 조영 증강, 최대 조영 증강 시간 측정

[Table 1] The measurement of the slope, maximal relative enhancement and time to peak

| 부위 | 기울기 (sec ⁻¹) | 최대 상대 조영 증강 (%) | 최대 조영 증강 시간 (sec) |
|----------|--------------------------|-----------------|-------------------|
| 병변 부위 | 147±12.3 | 243±18.4 | 186±17.6 |
| 정상 부위 | 121±13.4 | 217±16.7 | 114±15.3 |
| 백그라운드 부위 | 10.3±3.45 | 12.4±3.42 | 242±19.4 |

병변 부위와 정상 부위, 백그라운드 부위의 기울기의 상관관계를 분석한 결과 병변 부위의 유의확률은 $0.025(p<0.05)$ 으로써 통계학적으로 유의한 차이를 나타

냈으며 최대 상대 조영 증강은 $0.012(p<0.05)$, 최대 조영 증강 시간은 $0.018(p<0.05)$ 으로써 유의한 차이를 나타냈다. 즉 병변 부위와 정상 부위, 백그라운드 부위에서의 기울기와 최대 상대 조영 증강은 병변 부위에서 가장 높았으며 최대 조영 증강 시간은 백그라운드 부위에서 가장 높았다[그림6].



[그림 6] 기울기, 최대 상대 조영 증강, 최대 조영 증강 시간 그래프

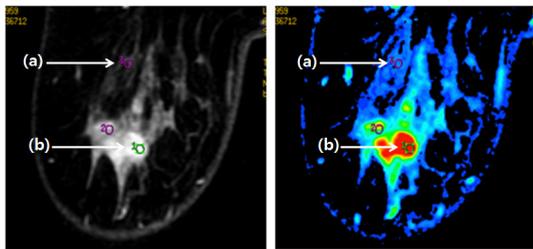
[Fig. 6] Graph of the slope, maximal relative enhancement and time to peak

영상의 정성적 분석 결과는 VIBRANT 3D기법을 이용한 조영 증강 영상은 평균 1.56 ± 0.40 , MR Breast perfusion으로 수정하였습니다. 영상은 2.31 ± 0.56 점수로 나타났으며 결과적으로 Breast perfusion 영상이 육안적으로 진단적 가치가 높은 것으로 나타났다[표 2, 그림7].

[표 2] VIBRANT 3D기법을 이용한 조영 증강 영상과 Breast perfusion 영상의 정성적 평가

[Table 2] In the qualitative analysis, the contrast enhancement image using the vibrant 3D technique and Breast perfusion image

| 영상 | 관찰자 (n=3) | | | | 평균 |
|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----|
| | 1 | 2 | 3 | | |
| VIBRANT 3D 조영 증강 영상 | 1.53±0.34 | 1.67±0.42 | 1.49±0.39 | 1.56±0.40 | |
| Breast perfusion 영상 | 2.31±0.51 | 2.24±0.64 | 2.38±0.53 | 2.31±0.56 | |



[그림 7] VIBRANT 3D기법을 이용한 조영 증강과 Breast perfusion 영상

[Fig. 7] The contrast enhancement image using the vibrant 3D technique and Breast perfusion image

- a: 정상 부위
- b: 병변 부위

4. 고찰 및 결론

유방자기공명영상의 장점은 유방 단순 촬영술에 비해 유방암의 발견률을 높일 수 있다는 것이다. 조영증강 유방 자기공명영상은 1989년 방사선학 문헌에 보고된 이후 지금까지 계속 연구 발전되어 기술적인 면뿐 아니라 영상 분석에서도 획기적인 발전을 이루었다. 과거에는 짧은 시간 안에 많은 영상을 얻을 수가 없어 역동적 조영증강 영상을 통해 많은 정보를 얻을 수 없었으나 기술 발달에 힘입어 현재는 역동적 조영증강 검사로 유방 전체의 고 해상 영상으로 짧은 시간 내에 얻을 수 있게 되었다[14]. 이를 바탕으로 유방 자기공명영상은 유방 촬영술이나 유방 초음파 검사와는 달리 형태학적 기준과 역동적 조영증강의 결과를 조합 하여 병변을 판단하기 때문에 유방암을 더 정확하게 진단하며 크기를 더 정확하게 예측할 수 있다고 하였다[15, 16]. 하지만 병변의 크기나 범위의 진단은 우수하나 악성, 양성 병변을 구분하는 데는 많은 어려움이 있다고 보고하고 있다[12]. 최근 들어서는 악성, 양성 병변을 구분하기 위하여 역동적 조영증강 관류자기공명 영상기법을 이용한 연구가 보고 되고 있다. 특히 이 기법을 이용하여 관심영역의 시간-신호강도 곡선의 기울기를 계산하여 양성과 악성 근골격 질환의 정량적 평가가 가능해졌다.

Erlemann 등[13]은 기울기 값 측정으로 병변의 악성 여부를 약 80%의 정확도로 평가할 수 있는 것으로 보고 하였다.

본 연구에서는 유방암 환자를 대상으로 역동적 조영증강 영상을 획득한 후 breast perfusion 영상으로 재구성 하였다. 재구성 된 영상은 시간 강도 그래프를 획득 한 후 병변 부위, 정상 부위, 백그라운드 부위 등 세부위에서 기울기, 최대 상대 조영증강, 최대 조영 증강 시간을 측정

하였다. 연구 결과 병변 부위와 정상 부위, 백그라운드 부위에서의 기울기와 최대 상대 조영 증강은 병변 부위에서 가장 높았으며 최대 조영 증강 시간은 백그라운드 부위에서 가장 높았다. 병변에서의 기울기의 증가와 최대 상대 조영 증가는 정상 부위에서 보다 빠르게 조영제가 유입되어 병변에 집적된 결과로 사료된다. Ma[17]등은 조영 증강은 일반적으로 악성 병변에 더 현저하게 나타난다고 보고하고 있으며 이러한 점은 본 연구 결과를 뒷받침 할 수 있는 연구라 생각된다. 병변 부위에서 최대 조영 증강 시간이 감소된 것은 조영되는 시간이 짧다는 의미로 조영 집적이 빠르게 진행된 결과로 볼 수 있다. 역동적 조영 증강 영상기법을 이용한 시간-신호강도 곡선의 기울기의 연구는 근 골격계 질환에서 이루어 졌으며 Choi[18]등은 근골격계에서 악성 종양과 양성 종양을 분류하여 연구를 하였으며 결과 악성 종양에서 기울기와 최대 상대 조영 증강은 높았으며 최대 조영 증강 시간은 양성 종양에 비해 낮게 나타났다. 또한 정성적으로 분석을 통해 민감도와 음성 예측도가 매우 높게 나타났다. 본 연구에서는 정성적 분석이 아닌 정량적 분석을 통해 연구를 하였으며 결론적으로 같은 결과를 보이고 있으며 정성적 분석에 있어서는 연구를 시행하지는 않았지만 위 연구 결과에 의해서 진단적 효용이 증가 될 것으로 사료 된다.

본 연구는 시간 강도 그래프 분석 이외에 더 나아가 breast perfusion의 유용성에 대해 정성적으로 분석을 하였으며 연구 결과 육안적으로 breast perfusion 영상이 VIBRANT 3D기법을 이용한 조영 증강보다 진단적 가치가 높은 것으로 나타났다. 이는 조영의 증강 여부에 따라서 각 픽셀에 색깔로 표현이 되어 육안적으로 쉽게 병변을 구별할 수 있는 것으로 사료된다.

본 연구에는 몇 가지 제한점을 가지고 있는데, 첫째로 연구 대상자를 관상피내암으로 진단 받은 환자를 하였으며 측정 부위를 병변 부위에 위치 시켰는데 환자 특성과 병기에 따라 신호 강도에 차이가 다르게 나타나 동일한 조건에 의해 측정하지 않은 문제점을 가지고 있다. 또한 병변의 크기와 종류에 따라서 조영제의 집적 정도가 다르게 나타나지만 본 연구에서는 병변을 동일시 하여 연구를 하였으며 향후 병변의 종류별로 분류하여 연구를 진행을 해야 될 것으로 사료된다. 둘째로 환자의 심박출량에 의해 조영제의 집적 시간이 다르게 나타나지만 연구에서는 심박출량에 대해서는 고려하지 않았다. 하지만 집적시간차이는 미비하기 때문에 연구 결과에 큰 영향을 미치지지는 않았다. 결론적으로 역동적 자기공명 영상을 통해 얻은 시간-신호강도 곡선과 breast perfusion 영상은 유방암 환자를 진단하는데 있어서 높은 정보를 제공

해줄 것으로 사료 된다.

References

- [1] Munetomo E., Akito M., Goi S., et al., "Invasive Ductal Carcinoma of the Breast with a Predominant Intraductal Component", Japanese Journal of Clinical Oncology, Vol. 22, pp. 84-91, 1992.
- [2] de Paredes E. S., "Atlas of films-screen mammography," Baltimore:Urban & Schwarzenberg, pp. 18-39, 1998.
- [3] Bear H. D., "Image-guided breast biopsy-how, when, and by whom?", J Surg Oncol, Vol. 67, pp. 1-5, 1998.
- [4] Fornage B. D., Faroux M. J., Simatos A., "Breast masses: US-guided fine-needle aspiration biopsy", Radiology, Vol. 162, pp. 409-414, 1987.
- [5] Sneige N., Fornage B. D., Saleh G., "Ultrasound-guided fine-needle aspiration of nonpalpable breast lesion: Cystology and histologic findings", Am J Clin Pathol, Vol. 102, pp. 98-101, 1994.
- [6] Boetes C., Mus R. D., Holland R, et al., "Breast tumors: comparative accuracy of MR imaging relative to mammography and US for demonstrating extent", Radiology, Vol. 197, pp. 743-747, 1995.
- [7] Aisen A. M., Martel W., Braunstein E. M., McMillin K. I., Phillips W. A., Kling T. F., "MRI and CT evaluation of primary bone and soft tissue tumors", AJR Am J Roentgenol, Vol. 146, pp. 749-756, 1986.
- [8] Malur S., Wurdinger S., Moritzet A., et al., "Comparison of written reports of mammography, sonography and magnetic resonance mammography for preoperative evaluation of breast lesions, with special emphasis on magnetic resonance mammography", Breast Cancer Res, Vol. 3, pp. 55-60, 2001.
- [9] Gatzemeier W., Liersch T., Stylianou A., Buttler A., Becker H., Fischer U., "Preoperative MR mammography in breast carcinoma. Effect on operative treatment from the surgical viewpoint," Chirurg, Vol. 70, pp. 1460-1468, 1999.
- [10] Kim D. Y., Moon W. K., Cho N., Ko E. S., Yang S. K., Park J. S., "MRI of the breast for the detection and assessment of the size of ductal carcinoma in situ," Korean J Radiol, Vol. 8, pp. 32-39, 2007.
- [11] Chung A., Saouaf R., Scharre K., "The impact of MRI on the treatment of DCIS," Am Surg, Vol. 71, pp. 705-10, 2005.
- [12] Crim J. R., Seeger L.L., Yao L., Chandnani V., Eckardt J. J., "Diagnosis of soft-tissue masses with MR imaging: can benign masses be differentiated from malignant ones?", Radiology, Vol. 185, pp. 581-586, 1992.
- [13] Erlemann R., Sciuk J., Bosse A., Ritter J., Kusnierz-Glaz C. R., Peters P. E., et al., "Response of osteosarcoma and Ewing sarcoma to preoperative chemotherapy assessment with dynamic and static MR imaging and skeletal scintigraphy", Radiology, Vol. 175, pp.791-779, 1990.
- [14] Cha E. S., "Magnetic Resonance Findings of Breast Diseases," Journal of Korean Breast Cancer Society, Vol. 6, No. 4, pp. 247-254, 2003.
- [15] Hata T, Takahashi H, Watanabe K, Takahashi M, Taguchi K, Itoh T, "Magnetic resonance imaging for preoperative evaluation of breast cancer: a comparative study with mammography and ultrasonography," J Am Coll Surg, Vol. 198, No. 2 pp. 190-197, 2004.
- [16] Londero V., Bazzocchi M., Del Frate C., Puglisi .F, Di Loreto C., Francescutti G., "Locally advanced breast cancer: comparison of mammography, sonography and MR imaging in evaluation of residual disease in women receiving neoadjuvant chemotherapy," Eur Radiol, Vol. 14, pp. 1371-1379, 2004.
- [17] Ma L. D., Frassica F. J., McCarthy E. F., Bluemke D. A., Zerhouni E. A., "Benign and malignant musculoskeletal masses: MR imaging differentiation with rim-to-center differential enhancement ratios," Radiology, Vol. 202, pp. 739-744, 1997.
- [18] Choi B. K., Lee S. H., Cha J. H., Kim S. M., et al., "Diagnostic Value of Dynamic Perfusion MR Imaging in Benign and Malignant Musculoskeletal Lesions", J Korean Radiol Soc, Vol. 58, pp. 313-320, 2008.

조 재 환(Jae-Hwan Cho)

[정회원]



- 2010년 3월 순천향대학교 대학원 (의료정보학석사)
- 2010년 9월 순천향대학교 대학원 (컴퓨터공학과 의료영상처리 박사 과정중)
- 2002년 9월 ~ 2010년 9월 : 순천향대학교 부천병원 영상의학과
- 2010년 9월 ~ 현재 : 경산1대학 방사선과 교수

<관심분야>

정보보호(Personal Information), 의료정보, 방사선학

이 해 각(Hae-Kag Lee)

[정회원]



- 1987년 3월 : KAIST 산업공학과 석사
- 1992년 3월 KAIST 산업공학과 박사
- 1992년 ~ 현재 : 순천향대학교 컴퓨터공학부 교수

<관심분야>

DB시스템설계 및 구축, 데이터마이닝, 시스템 시뮬레이션