대장암의 간 전이 진단: 이중시기 CT, Mn-DPDP 조영증강 MRI, 그리고 CT-MRI 종합 판독의 비교

신경민[1] · 염헌규[1] · 김종열[1] · 최규석[2] · 김혜정[1] · 이종민[1] · 장용민[1] · 김용선[1] · 강덕식[1]

목적 : 대장암의 간 전이 진단에서 CT와 MRI 단독 판독과 CT-MRI 종합 판독의 성적을 비교하여 부가적인 Mn-DPDP 조영증강 MRI의 유용성에 대해 알아보고자 하였다.

대상 및 방법 : 53명의 대장암 환자를 대상으로 하였으며 이들은 수술전 이중시기 CT에서 전이성 병소가 의심되거나 혈청 CEA(carcinoembryonic antigen) 수치가 10 ng/mL 로 증가하여 부가적인 Mn-DPDP 조영증강 MRI를 시행하였다. 두 명의 방사선과 의사가 독립적으로 15 일 간격을 두고 CT 단독 판독, MRI 단독 판독, CT와 MRI를 종합하여 판독하였다. 각 병변의 크기, 위치, 악성 유무를 평가하였으며 크기에 따라 1 cm 미만(A 그룹), 1 cm 에서 2 cm 미만(B 그룹), 2 cm 이상(C 그룹)의 세 그룹으로 분류하였다. ROC 곡선을 이용하여 진단적 정확도를 비교하였으며 발견율과 위양성율을 구하여 통계적 유의성을 검증하였다.

결과 : A 그룹에서 CT와 MRI를 종합하여 판독한 경우는 CT, MRI를 단독으로 판독한 경우와 비교하여 병변의 발견율이 유의하게 높았다 (82%, p = 0.036). B그룹에서는 CT와 MRI를 종합하여 판독한 경우 CT를 단독으로 판독한 경우와 비교하여 Az 값이 유의하게 낮았으며(<1 cm, p=0.034; 1-2 cm, p=0.045) MRI 단독 판독과 비교하여서는 유의한 차이를 보이지 않았다. 위양성율에 있어서는 CT 단독 판독의 경우, CT와 MRI의 종합 판독과 비교하여 A그룹에서 유의하게 높은 결과를 보였다 (28 %, p=0.023).

결론 : 대장암 환자에서 병기결정에 있어서 일반적으로 행해지는 나선형 CT 외에 부가적 Mn-DPDP 조영증강 MRI는 2 cm 미만의 간 병변의 감별에 있어 유용하며, 특히 1cm 미만의 작은 간 전이 발견에 있어서는 CT 또는 MRI 단독 판독의 경우보다 발견율을 높일 수 있어서 유용할 것으로 생각된다.

서 론

대부분의 암에 있어서 간 전이는 근치적 절제술을 할 수 없는 상태이며 불량한 예후를 의미한다. 따라서 간 전이의 수와 크기 보다는 그 존재 유무의 확인이 영상 진단의 주된 역할이 된다. 그러나 대장암의 간 전이는 절제술을 시행할 경우 환자의 생존율을 높일 수 있기 때문에 대장암 환자에 있어서는 모든 전이 병소를 조기에 발견하는 것이 치료 방침의 결정과 환자의 예후에 매우 중요하다 (1, 2). 임상양상이나 실험실 소견은 비특이적인 경우가 많기 때문에 영상 검사는 간 전이를 조기에 발견하여 생존율을 향상시킬 수 있는 환자를 선별하는 데 있어 결정적인 역할을 한다. 가장 널리 사용되고 있는 나선형 CT는 간의 전이병소에 대해 높은 발견율을 보이며, 다중시기 나선형 CT의 경우 병변의 감별진단에도 기여하는 바가 크다 (3, 4). 그러나 흔히 있을 수 있는 2 cm 미만의 작은 간 결절의 발견과 감별진단에 있어서는 한계가 있다 (3, 5, 6). 자기공명영상(Magnetic Resonance Imaging, MRI) 특히 조영증강 MRI는

대한자기공명의과학회지 9:109-116(2005)
[1]경북대학교 의과대학 진단방사선과학교실
[2]경북대학교 의과대학 외과학교실
접 수 : 2005년 7월 13일, 채 택 : 2005년 11월 30일
통신저자 : 염헌규, (700-721) 대구시 삼덕동2가 50 경북대학교 의과대학 진단방사선과학교실
Tel. (053) 420-5390 Fax. (053) 422-2677 E-mail: hkryeom@knu.ac.kr

이러한 작은 간 결절의 발견과 감별진단에 있어서 역동적 나선형 CT보다 우수하다 (7-11). 국소적 간 병변의 발견과 감별진단을 위해 최근 개발된 Manganese dipyridoxal diphosphate(Mn-DPDP)는 정상 간세포에 섭취되어 담즙을 통해 배설되는 간 특이 조영제로서 최근 Kim 등에 (12) 의하면 대장암 환자에서 간의 전이병소, 특히 2 cm 미만의 작은 병변의 발견에 있어, Mn-DPDP 조영증강 MRI는 이중시기 나선형 CT보다 병변의 발견이나 감별진단에 있어서 더 우수하였다. 그러나 대장암의 전반적인 병기의 결정에는 CT가 가장 중요한 역할을 하기 때문에 실제 임상에서는 모든 환자에서 CT가 우선적 검사로 행해지고 있다. 따라서 CT와 Mn-DPDP 조영증강 MRI 간의 결과 비교 보다는 CT와 Mn-DPDP 조영증강 MRI의 종합적인 판독의 결과가 보다 현실적이며 중요하다고 생각된다. 이에 저자들은 대장암 환자에서 병기결정을 위한 CT 외에 부가적으로 Mn-DPDP 조영증강 MRI를 시행하고 간 전이의 발견에 있어서 CT 및 Mn-DPDP 조영증강 MRI 단독 판독과 CT- Mn-DPDP 조영증강 MRI 종합 판독을 비교하고자 하였으며 부가적인 Mn-DPDP 조영증강 MRI의 유용성에 대해 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

대 상

2002년 12월부터 2003년 12월 사이에 조직학적 검사로 대장암을 진단 받고 CT 및 Mn-DPDP 조영증강 MRI를 시행하고 수술을 한 53명의 환자를 대상으로 하였다. 연구 기간 동안 수술 전 CT에서 간 전이가 의심되는 경우 (n=42) 또는 혈청 CEA 수치가 10 ng/mL 이상으로 증가된 경우 (n=11)에 Mn-DPDP 조영제를 이용한 MRI를 시행 하였다. 혈청 CEA가 증가되어 MRI를 시행한 환자들에서 혈청 CEA 수치는 10-65 ng/mL (평균 27.3 ng/mL)를 보였다. CT와 MRI의 검사 간격은 1-23일 (평균 14.2 일) 이었으며 40 일이 경과한 경우는 연구에서 제외하였다. 성별은 남자가 29명, 여자가 24명이었으며 연령은 31-74세 (평균 60세)였다.

영상기법

모든 환자에서 나선형 CT(HiSpeed Advantage; GE Medical Systems, Milwaukee, Wis, U.S.A.)를 사용하여 폭조절(collimation) 5 mm, 테이블 속도 5 mm/sec로 촬영한 후 5 mm 두께로 영상을 재구성하였다. 전완부위의 말초정맥을 통하여 조영제(Ultravist 300; Schering, Berlin, Germany) 150 mL를 자동 주입기를 이용하여 3 mL/sec 속도로 주입하였다. 조영제 주입 시작으로부터 20초, 70초 후에 각각 동맥기와 문맥기의 이중시기 CT 영상을 얻었다.

MRI는 1.5-T 기기(Vision Plus, Siemens Medical System, Erlangen, Germany)를 이용하여 먼저 정찰영상(scout image)을 얻은 후에 T1 강조 경사에코(spoiled gradient echo, FLASH)기법으로 관상면(TR/TE, 108/4.1 msec; 숙임각, 80(; 절편두께/간격, 10/2 mm; 영상범위, 340 mm; 행렬수 512x189)과 축상면(TR/TE 127/4.1 msec; 숙임각, 80(; 절편두께/간격, 7/0 mm; 영상범위, 270-360 mm; 행렬수 512×154)을 얻었다. 일회 호흡정지로 간 전체를 촬영하지 못할 경우에는 2-3회에 걸쳐 중복되게 촬영하였다. T2 강조영상은 호흡정지 상태에서 half-Fourier rapid acquisition with relaxation enhancement(RARE) 기법으로 축상면(TR/effective TE, 10.9/87 msec; ETL, 104; 절편두께/간격, 8/2 mm; 영상범위, 270-360 mm; 행렬수, 256×128) 영상을 얻었다. Mn-DPDP 조영증강 MR영상은 조영제 주입 120분 후에 조영제 주입 전과 동일한 방법으로 T1 강조 영상을 얻었다.

영상분석

영상의 분석은 두 명의 방사선과 의사가 독립적으로 하였으며 환자에 대한 임상정보나 다른 영상에 대한 정보, 병리조직결과를 모르는 상태에서 의료영상 전달 시스템 내에 저장된 영상을 모니터를 통해 판독하였다. 판독은 CT 단독 판독, MRI 단독 판독, 그리고 CT와 MRI 종합 판독을 3번으로 나누어서 15일의 간격으로 시행하였다. 간내 모든 병변에 있어 병변의 개수, 크기, 위치를 기록하였으며 병변은 최대 직경에 따라 1 cm 미만, 1에서 2 cm 미만, 2 cm 이상의 세 가지 그룹으로 분류하여 분석하였다. 전이 병소에 대한 신뢰 정도를 정하기 위해서는 5 점수 척도 (five point scale)을 사용하였다. 1은 확실한 양성, 2는 양성의 가능성이 많음, 3은 잘 모름, 4는 악성의 가능성이 많음, 5는 확실한 악성으로 정하였다. 이러한 등급은 이전에 발표되었던 CT와 Mn-DPDP 조영증강 MRI에서 보이는 전이병소의 특징적 소견을 바탕으로 하였다 (13-17).

간 병변에 대한 최종 진단은 대장암 수술과 함께 간 절제술을 시행한 환자에서는 수술 소견, 수술 중 초음파 소견, 그리고 병리조직학적 검사 결과로 결정하였다. 다수의 전이 결절로 인해 간 절제술을 시행하지 못한 환자와 전이성 병소가 보이지 않았던 환자에서는 영상 및 임상 소견의 추적 관찰로 최종진단을 결정하였다.

통계적 분석

CT 단독 판독, MRI 단독판독, 그리고 CT-MRI 종합 판독에 대한 두 명의 판독을 ROC(receiver operating characteristic) 곡선으로 비교하였다. 또한 non-parametric ROC 곡선아래의 면적값(Az값)을 구하여 two-tailed Student`s t test로 비교 분석하였다. 신뢰도가 4 이상인 경우 양성으로, 신뢰도가 1 내지 2 인 경우는 음성으로 간주하였다. 위양성율은 하나 이상의 위양성 병변을 가진 환자의 비율로 정하였으며 두 명의 합의를 통해 결정하였다. 병변 발견율과 위양성율(false positive rate)의 차이는 McNemar test를 통해 검증하였으며 p-value가 0.05 미만인 경우 통계학적으로 유의한 차이가 있다고 간주 하였다.

각 영상의 병변의 감별에 있어서 관찰자 변이 정도를 알아보기 위해 κ statistics를 이용하여 두 관찰자 사이의 일치도를 측정하였다. κ값이 0 이상 일 때 일치도가 있는 것으로 간주하였으며 κ값이 0.00 - 0.40 은 일치도가 낮음, 0.41 - 0.75는 일치도가 좋음, 0.76 - 1.00은 일치도가 아주 좋음이라고 정의하였다.

결 과

대상환자 53명 중 50 명의 환자에서 모두 145개의 간내 국소 병변이 발견되었다. 전이성 병소는 41명의 환자에서 92개가 발견되었으며 (평균 2.2개) 전이 결절의 크기는 0.4 - 4.7 cm (평균 1.2 cm) 였다. 전이 결절의 크기 분포는 1 cm 미만이 28 개, 1 cm 이상 2 cm 미만이 33개, 2 cm 이상이 31개였다. 전이 결절 외의 양성 병변으로는 단순 낭종 47개 , 혈관종 4개, 국소지방침착 1개, 국소결절성과증식 1개가 있었다.

간 병변에 대한 최종 진단은 간 절제술을 시행한 37명의 환자에서는 수술 소견, 수술 중 초음파 소견, 병리조직학적 검사로 결정하였다. 다수의 전이 병소로 간 절제술을 시행하지 못한 4명과 영상검사에서 전이 병소가 보이지 않았던 12명에 대해서는 추적관찰로 최종진단을 결정하였으며 추적기간은 16 - 24 개월(평균 20.4개월)이었다.

전이병소의 발견에 있어 CT - MRI 종합 판독의 경우, 모든 그룹에서 CT 또는 MRI 단독 판독을 한 경우보다 같거나 높은 발견율을 보였으며, 특히 1 cm 미만의 그룹에서는 통계적으로 유의하게 높은 발견율을 보였다 (p = 0.036) (Table 1). CE - MRI에서는 CT에서 찾지 못한 8 개의 전이병소를 6명의 환자에서 발견하였으며 (Fig. 1), CT에서는 CE - MRI에서 찾지 못한 7 개의 전이병소를 7명의 환자에서 발견하여 (Fig. 2) (Table 1) CT와 MRI를 종합하여 판독한 경우 CT 또는 MRI 단독 판독보다 각각 8, 7개의 전이병소를 더 찾을 수 있었다.

Table 1. Detection Rates for Identification of Hepatic Metastases

Size of lesons	Helical CT	MRI	Helical CT + MRI
< 1 cm	18/28 (64)	18/28 (64)	23/28 (82)*
1 - 2 cm	26/33 (79)	28/33 (85)	28/33 (85)
> 2 cm	30/31 (97)	29/31 (94)	31/31 (100)
Total	74/92 (80)	75/92 (82)	82/92 (89)

Note. -Numbers in parentheses are the percentages.
* Corresponds to statistically significant difference (p = 0.036) by McNemar test.

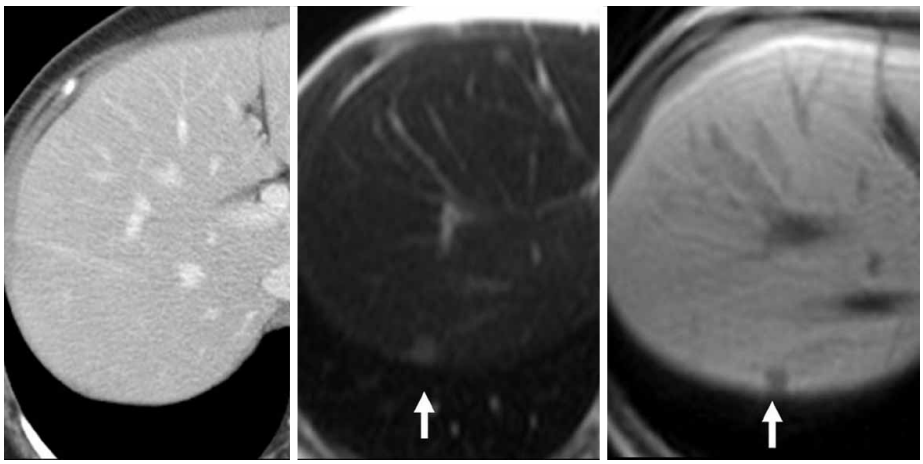


Fig. 1. A 50-year-old woman with sigmoid colon cancer
a. Helical CT scan during portal venous phase shows no definite focal lesion in the liver. **b.** T2-weighted MR image shows a tiny lesion with subtle high signal intensity in segment-Ⅶ of the liver (arrow). **c.** On Mn-DPDP enhanced T1-weighted images, the lesion shows low signal intensity (arrow). The lesion was confirmed as metastasis at histopathologic examination.

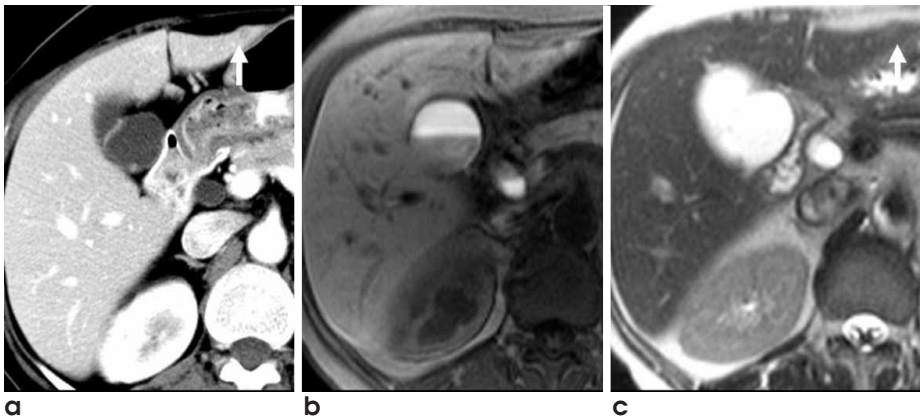


Fig. 2. A 59-year-old man with sigmoid colon cancer.
a. CT scan shows a hypoattenuating nodule (arrow) in segment Ⅲ of the liver. **b.** On Mn-DPDP enhanced MRI, the nodule is not defined. This nodule was missed on interpretation of MRI alone. **c.** On T2-weighted image, the nodule shows subtle high signal intensity. The lesion was confirmed as metastasis at histopathologic examination.

병소의 크기가 1 cm 미만인 그룹과 1 - 2 cm 그룹에서는 MRI 단독 판독과 CT - MRI 종합 판독에서 CT 단독 판독에 비해 전이성 병변과 비전이성 병변의 감별에 있어서 통계적으로 유의하게 우수한 결과를 보였다 (Fig. 3, Table 2). 각각의 진단방법에 대한 판독자의 독립적인 최초 판독에 있어 판독자간의 일치정도는 모든 그룹에서 좋거나 (good) 아주 좋은 (very good) 결과를 보여 판독자 간의 판독결과는 유의한 차이가 없었다 (Table 3).

위양성 병변의 수는 병변의 크기에 따라 분류한 모든 그룹에서 CT와 MRI를 종합하여 판독한 경우에서 MRI 또는 CT 단독 판독을 한 경우보다 적었으며, 1 cm 미만의 병소 그룹에서는 CT 단독 판독이 MRI 단독 판독 또는 CT와 MRI를 종합하여 판독한 경우에 비해 유의하게 위양성 병변이 많은 결과를 보였다 (p=0.023) (Table 4). CT에서 보인 위양성 병변은 대부분 단순 낭종으로 확인되었다 (17/23, 73.9%). MRI의 위양성 병변으로는 혈관종과 간 경화증과 연관된 양성 결절이 있었으며 특히, 1 cm 미만의 병소에 있어서는 정상 혈관을 전이병소로 오인한 경우가 53 명중 4명으로 많은 부분을 차지했다 (Table 4). 1 cm 이상의 병변 중에는 우결장곡(hepatic flexure) 주위의 결장의 부분용적을 전이병소로 오인한 경우가 2명의 환자에서 3예가 있었다 (Fig. 4).

Table 2. Mean Az Values for Each Imaging Technique for Differentiating Malignant lesions from Benign Lesions

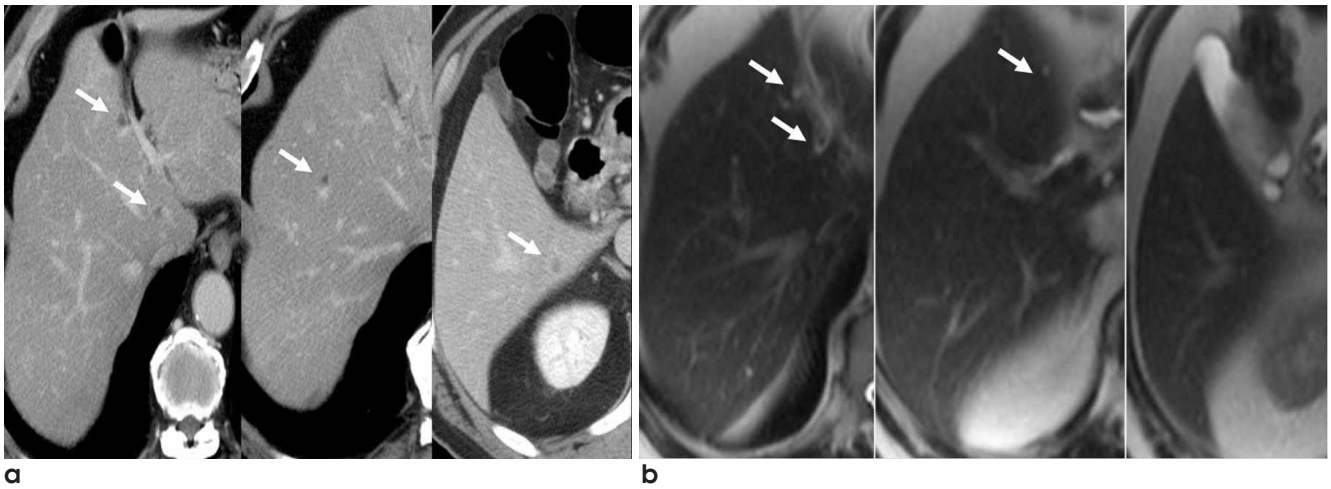
Size of lesions	Helical CT	MRI	Helical CT + MRI
< 1 cm	0.603±0.08	0.807±0.06†	0.848±0.05†
1 - 2 cm	0.807±0.06	0.883±0.05†	0.921±0.04†
> 2 cm	0.932±0.06	0.927±0.05	0.955±0.04

Note. Date are mean±SD
†Statiscally significant difference (p < 0.05) compared with CT

Table 3. Interobserver Variability in Confidence Ratings (κvalues)

Size of Lesions	Helical CT	MRI	Helical CT + MRI
< 1 cm	0.62	0.72	0.83
1 - 2 cm	0.82	0.91	0.93
> 2 cm	0.92	0.96	—

Note. κvalues
0 >, positive correlation; 0 - 0.4, positive but poor agreement;
0.41 - 0.75, good agreement;
> 0.75,excellent agreement
— : consensus of opinions in all nodules



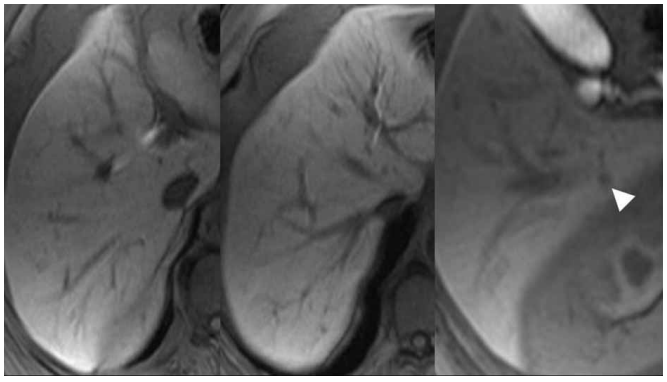


Fig. 3. A 67-year-old man with sigmoid colon cancer
a. Helical CT scan during portal phase shows two small hypoattenuating nodules that are too small to characterize in liver segment-IV and -VI (arrows). **b.** On T2-weighted image, segment lesions (arrows) in segment-IV show very high signal intensity suggesting hepatic cysts. However segment-VI lesion is not defined. **c.** On Mn-DPDP enhanced T1-weighted images, segment-VI lesion (arrowhead) shows low signal intensity. The lesion in segment-VI was confirmed as metastasis at histopathologic examination.

고 찰

대장암의 간 전이에 대한 정확한 조기진단은 환자의 생존율을 높일 수 있기 때문에 영상 검사는 중요한 역할을 담당한다. 전이 병소의 발견에 있어 CT 외에 수술중 초음파, CTAP(CT during arterial portography), 그리고 gadolinium - chelates, iron - oxide 조영제를 이용한 조영증강 MRI 등 다양한 영상의 유용성에 대한 많은 보고가 있었다 (8, 19, 20, 22). 특히 작은 전이 병소에 있어서는 수술 중 초음파와 CTAP가 유용하다는 결과들이 보고되고 있으나 이러한 검사법은 침습성과 위양성 병변이 많은 단점으로 인해 실제 임상에서는 잘 이용되지 않고 있는 실정이다 (7, 24, 25).

나선형 CT는 전이 병소 발견의 민감도가 최대 85%로 보고된 바 있으며 CTAP에 비교해서는 위양성 병소가 적으며 비침습적이라는 장점이 있어서 수술 전 또는 수술 후 환자의 병기 결정 및 추적검사에 가장 보편적으로 사용되고 있다 (4, 5). 그러나 1 cm 또는 1.5 cm 미만의 작은 병변의 발견에 있어서는 민감도가 떨어지며 병변이 발견되더라도 전이 병소와 다른 양성 병변과의 감별이 어려운 경우가 많다는 한계점이 있다 (5, 6). Schwartz 등은 (18) 대장암 환자의 병기 결정을 위해 시행한 CT에서 보이는 1 cm 미만의 국소 간 병변을 추적 검사

Table 4. False Positive Rates

Size of lesions	Helical CT	MRI	Helical CT + MRI
< 1 cm	15/53 (28) †	5/53 (9)	3/53 (6)
1 - 2 cm	8/53 (15)	3/53 (6)	3/53 (6)
2 cm >	0/53 (0)	2/53 (4)	0/53 (0)

Note. Numbers in parentheses are the percentage of patients with at least one false positive lesions.
†Statiscally significant difference ($p < 0.05$) compared with MRI, CT-MRI

했을 때 이들 중 86%는 양성이었다고 보고한 바 있다. 실제 CT에서 보이는 작은 병변은 CT 소견만으로는 악성과 양성 병변과의 감별이 사실상 불가능하여 이러한 환자에서는 추적 검사로 전이 병소 여부를 판단해야 하는 경우가 대부분이다. 그러나 대장암 환자에서 1 cm 미만의 전이 병소는 전체 간 전이의 상당부분을 차지하며 전이 병소에 대한 간 절제 후 1년 이내의 재발율이 50% 이상으로 보고된다는 점을 감안한다면 작은 전이 병소의 발견 및 양성 병변과의 감별은 임상적으로 매우 중요한 부분이라 할 수 있다 (21). 따라서 작은 전이 병소의 진단율 향상에 대한 영상의학적 노력이 요구된다고 할 수 있다.

최근 간 특이 조영제 등 몇 가지 새로 개발된 조영제를 이용한 MRI로 작은 전이 병소의 발견율을 높이려는 시도들이 보고된 바 있다 (7, 22, 23). Mn - DPDP는 정상 간세포에 선택적으로 섭취되어 담도를 통해 배설되는 간담도계 조영제로 T1 이완시간을 단축시켜 T1 강조영상에서 정상 간은 망간이 축적되어 고신호강도로 보이게 하고 전이 병소에는 망간이 축적되지 않아 주위 정상간에 비해 저신호강도로 나타나게 하여 전이 병소의 발견에 유용하게 이용될 수 있다 (26, 27). 또한 정상 간과 병소와의 대조도가 높아서 영상이 가능한 시간이 조영제 주입 후 15분에서 4시간으로 충분히 길어서 공간 해상도가 높은 양질의 영상을 얻을 수 있는 장점이 있다 (27). 몇몇 연구에서는 Mn - DPDP 조영제를 이용한 MRI는 간 전이의 발견율에 있어서 역동적 조영증강 CT와 비교하여 유의한 차이가 없음이 보고 되었으나 (13, 16), 최근 Kim 등은 (12) 대장암 환자의 간 전이에 있어서 Mn - DPDP 조영증강 MRI가 나선형 CT에 비해 2 cm 미만의 작은 전이결절의 발견과 감별진단에 있어 나선형 CT 보다 우수하다고 보고 하였다. 이와 같이 CT와 Mn - DPDP 조영증강 MRI 간의 성적 비교에 대한 보고들이 있었으나 실제 임상에서는 대장암 환자에서 병기 결정을 위한 CT가 우선적으로 행해 지며 경우에 따라 MRI가 부가적으로 시행되고 있는 실정이다. 따라서 CT와 MRI의 단순 비교 보다는 CT와 MRI의

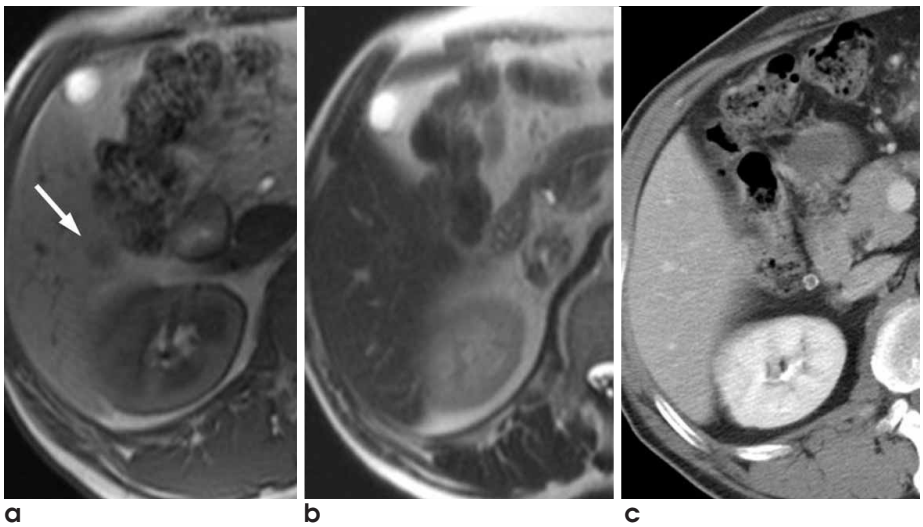


Fig. 4. A 58-year-old woman with rectal cancer
(**A**) Mn-DPDP enhanced MRI shows a nodule with low signal intensity in segment VI of the liver (arrow), which is not defined on T2-weighted image (**B**). The lesion was interpreted as metastasis on interpretation of MRI alone.
(**C**). On CT images, no focal lesion is seen in corresponding area. On combined CT-MRI reading, the lesion was correctly interpreted as artifact probably caused by partial volume averaging of an adjacent colon loop.

종합 판독의 성적이 더 중요하다고 생각된다. 현재까지 CT와 MRI를 종합 판독하였을 때의 성적에 대한 보고는 없는 실정이다. 저자들의 연구에서 대장암 환자의 간 전이 병변을 평가하는데 있어서 Mn - DPDP 조영증강 MRI를 단독 판독 하였을 때 2 cm 미만의 그룹에서 CT와 같거나 높은 발견율을 보였으나 통계적 유의성은 없었다. 이러한 결과는 기존의 보고들과 큰 차이가 없었다. 그러나 CT와 Mn - DPDP 조영증강 MRI를 종합 판독하였을 때에는 CT 단독 판독 또는 Mn - DPDP 조영증강 MRI 단독 판독을 한 경우에 비해 1cm 미만의 병소의 발견율이 유의하게 높은 결과를 보였다. 이러한 결과는 CT에서는 보이지 않았던 작은 전이병소가 Mn - DPDP 조영증강 MRI에서 보였던 점과 CT에서 감별이 어려웠던 작은 단순낭종과 전이병소의 감별이 Mn - DPDP 조영증강 MRI에서 가능했던 점에 기인 하는 것으로 생각된다. 또한 CT에서 감별이 어려웠던 작은 단순낭종과 전이병소의 감별이 T2 강조영상에서 가능하였다. 이는 CT 외에 부가적인 Mn - DPDP 조영증강 MRI가 CT와 MRI 소견을 종합하여 판독할 경우에 대장암 환자의 간 전이 병소 발견에 도움이 됨을 시사한다. 저자들의 연구에서는 부가적인 Mn - DPDP 조영증강 MRI의 적응증을 (CT에서 전이 병소가 있거나 의심되는 경우와 혈청 CEA 수치가 10 ng/mL 이상으로 증가된 경우) 정하였으나 향후에 어떤 환자에서 부가적인 Mn - DPDP 조영증강 MRI를 하는 것이 유익할 것인지에 대해서는 연구가 더 필요할 것으로 생각된다.

이 연구의 제한 점으로는 첫째, 간 절제술을 시행한 일부의 환자에서만 병리조직학적 검사가 이루어졌다는 점, 둘째, CT의 절단두께는 5 mm로 하고 Mn - DPDP 조영증강 MRI는 7 mm로 설정하여 MRI에서 작은 병소의 발견율이 낮아질 가능성이 있었다는 점 등이다.

결론적으로 대장암 환자에서 병기결정에 있어서 일반적으로 행해지는 나선형 CT 외에 부가적 Mn - DPDP 조영증강 MRI는 2 cm 미만의 간 병변의 감별에 있어 유용하며, 특히 1 cm 미만의 작은 간 전이 발견에 있어서는 CT 또는 MRI 단독 판독의 경우보다 발견율을 높일 수 있어서 유용할 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. Hughes KS, Rosenstein RB, Songhorabodi S, Adson MA, Ilstrup DM, Fortner JG, et al. Resection of the liver for colorectal carcinoma metastases: a multi-institutional study of longterm survivors. Dis Colon Rectum 1988;31(1):1 ?4
2. Fong Y, Cohen AM, Fortner JG, Enker WE, Turnbull AD, Coit DG, et al. Liver resection for colorectal metastases. J Clin Oncol 1997;15:938-946
3. Kuszyk BS, Bluemke DA, Urban BA, Choti MA, Hruban RH, Sitzmann JV, et al. Portal-phase contrast-enhnaced helical CT for the detection of malignant hepatic tumors: sensitivity based on comparison with intraoperative and pathologic findings. AJR Am J Roentgenol 1996;166:91-95
4. Valls C, Andia E, Sanchez A, Guma A, Figueras J, Torras J, et al. Hepatic metastases from colorectal cancer: preoperative detection and assessment of respectability with helical CT. Radiology 2001;218:55-60
5. van Erkel AR, Pijl ME, van den Berg-Huysmans AA, Wasser MN, van de Velde CJ, Bloem JL. Patients with Colorectal Cancer: Relationship between Size of metastases, standard of reference, and detection rates. Radiology 2002;224:404-409
6. Haider MA, Amitai MM, Rappaport DC, ÒMalley ME, Hanbidge AE, Redston M, et al. Multidetector row helical CT in preoperative assessment of small (< 1.5 cm) liver metastases: is thinner collimation better? Radiology 2002;225:137-142
7. Semelka RC, Martin DR, Balci C, Lance T. Focal liver lesions: comparison of dual-phase CT and multisequence multiplanar MR imaging including dynamic gadolinium enhancement. J Magn Reson Imaging 2001;13:397-401
8. Seneterre E, Taourel P, Bouvier Y, Pradel J, Van Beers B, Daures JP, et al. Detection of hepatic metastases: ferumoxides-enhanced MR imaging versus unenhanced MR imaging and CT during arterial portography. Radiology 1996;200:785-792
9. Ward J, Naik KS, Guthrie JA, Wilson D, Robinson. Hepatic lesion detection: comparison of MR imaging after the administration of superparamagnetic iron oxide with dual-phase CT by using alternative free response receiver operating characteristic analysis. Radiology 1999;210:459-466
10. Reimer P, Jahnke N, Fiebich M, Schima W, Deckers F, Marx C, et al. Hepatic lesion detection and characterization: value of nonenhanced MR imaging, superparamagnetic iron oxide-enhanced MR imaging, and spiral CT-ROC analysis. Radiology 2000;217(1):152-158
11. Arbab AS, Ichikawa T, Sou H, Araki T, Nakajima H, Ishigame K, et al. Ferumoxides-enhanced double-echo T2-weighted MR imaging in differentiating metastases from nonsolid benign lesions of the liver. Radiology 2002;225(1):151 -158
12. Kim KW, Kim AY, Kim TK, Park SH. Kim HJ, Lee YK, et al. Small(< 2cm) hepatic lesions in colorectal cancer patients: detection and characterization on Mangafodipir Trisodium-enhanced MRI. AJR Am J Roentgenol 2004;182:1233-1240
13. Helio J, Braga HJ, Choti MA, Lee VS, Paulson EK, Siegelman ES, et al. Liver lesions: manganese enhanced MR and dual phase helical CT for preoperative detection and characterization-comparison with receiver operating characteristic analysis. Radiology 2002:223:525-531
14. Imam K, Bluemke DA. MR imaging in the evaluation of hepatic metastases. Magn Reson Imaging Clin N Am 2000;8:741-756
15. 정재준, 양희철, 김명진, 이종태 ,유형식, 김기황. Mangafodipir Trisodium 조영 후 간 MR 영상에서 전이성 간암의 진단을 위해 지연기 영상은 꼭 필요한가?: 원발성 간세포암과 비교. 대한방사선의학회지 2004;51:299-305
16. Federle M, Chezmar J, Rubin DL, Weinreb J, Freeny P, Schmiedl UP, et al. Efficacy and safety of mangafodipir trisodium (MnD-PDP) injection for hepatic MRI in adults: results of the U.S. multicenter phase III clinical trials?efficacy of early imaging. J Magn Reson Imaging 2000;12(5):689-701
17. Oudkerk M, Torres G , Song B, Konig M, Grimm J, Fernandez-Cuadrado J, et al. Characterization of Liver Lesions with

Mangafodipir Trisodium?enhanced MR Imaging: multicenter Study Comparing MR and Dual-Phase Spiral CT. Radiology 2002;223(2):517-24
18. Schwartz LH, Gandras EJ, Colangelo SM, ErcolaniMC, Panicek DM. Prevalence and importance of small hepatic lesions found at CT in patients with cancer. Radiology 1999;210:71-74
19. Ward J, Chen F, Guthrie JA, Wilson D, Lodge JP, Wyatt JI, et al. Hepatic lesion detection after superparamagnetic iron oxide enhancement: comparison of five T2-weighted sequences at 1.0 T by using alternative-free response receiver oprating characteristic analysis. Radiology 2000;214(1):159-66
20. Mann GN, Marx HF, Lai LL, Wagman LD. Clinical and Cost Effectiveness of a New Hepatocellular MRI Contrast Agent, Mangafodipir Trisodium, in the Preoperative Assessment of Liver Resectability. Annals of Surgical Oncology 2001;8:573-579
21. Harned RK II, Chezmar JL, Nelson RC. Recurrent tumor after resection of hepatic metastases from colorectal carcinoma-location and time of discovery as determined by CT. AJR Am J Roentgenol 1994;163;93-97
22. Pedro MS, Semelka RC, Braga L. MR imaging of hepatic metastases. Magn Reson Imaging Clin N Am 2002;10:15-29
23. Vidiri A, Carpanese L, Annibale MD, Caterino M, Cosimelli M, Zeuli M, et al. Evaluation of hepatic metastases from colorectal carcinoma with MR-superparamagnetic iron oxide. J Exp Clin Cancer Res. 2004 Mar;23(1):53-60
24. Soyer P, Elias D, Zeitoun G, Roche A, Levesque M. Surgical treatment of hepatic metastases: impact of intraoperative ultrasound. AJR Am J Roentgenol 1993;160:511-514
25. Soyer P, Levesque M, Elias D, Zeitoun G, Roche A. Detection of liver metastases from colorectal cancer: comparison of interoperative US and CT during arterial portography. Radiology 1992;183:541-544
26. Young SW, Simpson BB, Ratner AV, Matkin C, Carter EZ. MRI measurement of hepatocyte toxicity using the new MRI contrast agent managanese dipyridoxal diphosphate , a manganese/pyridoxal 5-phosphate chelate. Magn Reson Med 1989;10:1-3
27. Jung G, Heindel W, Krahe T, Kugel H, Walter C, Fischbach R, et al. Influence of the hepatobiliary contrast agent mangafodipir trisodium(MN-DPDP) on the imaging properties of abdominal organs. Magn Reson Imaging 1998;16:925-931

J. Korean Soc. Magn. Reson. Med. 9:109-116(2005)

Preoperative Detection of Hepatic Metastases from the colorectal Cancers: Comparison of Dual-phase CT scan, Mn-DPDP enhanced MRI, and combination of CT and MRI

Kyung Min Shin, M.D.[1], Hun Kyu Ryeom, M.D.[1], Jong Yeol Kim, M.D.[1], Gyu Seok Choi, M.D.[2], Hye Jeong Kim, M.D.[1], Jong Min Lee, M.D.[1], Yongmin Chang, Ph.D.[1], Yong Seon Kim, M.D.[1], Duk Sik Kang, M.D.[1]

[1]*Department of Radiology, School of Medicine, Kyungpook National University*
[2]*Department of Surgery, School of Medicine, Kyungpook National University*

Purpose : To determine the usefulness of additional Mn-DPDP MRI for preoperative evaluation of the patients with colorectal cancers by comparison of dual-phase CT scan, Mn-DPDP enhanced MRI and combination of CT and MRI.

Materials and Methods : Fifty-three colorectal cancer patients with 92 metastatic nodules underwent dual-phase (arterial and portal) helical CT scan and Mn-DPDP MRI prior to surgery. The indication of MRI was presence or suspected of having metastatic lesions at CT scan and/or increased serum carcinoembryonic antigen (CEA) levels (10 ng/mL or more). The diagnosis was established by the combination of findings at surgery, intraoperative ultrasonography, and histopathologic examination. Two radiologists interpreted CT, MRI, and combination of CT-MRI at discrete sessions and evaluated each lesion for location, size, and intrinsic characteristics. The lesions were divided into three groups according to their diameter; 1cm <, 1 - 2 cm, and > 2 cm. Diagnostic accuracy was evaluated using the alternative-free response receiver operating characteristic method. Detection and false positive rate were also evaluated.

Results : In the lesions smaller than 1 cm, detection rate of combined CT-MRI was superior to CT or MRI alone (82%, $p = 0.036$). The mean accuracy (Az values) of combined CT and MRI was significantly higher than that of CT in the lesions smaller than 2 cm (1 cm <, $p=0.034$; 1 - 2 cm, $p=0.045$). However, there was no significant difference between MRI and combined CT-MRI. The false positive rate of CT was higher than those of combined CT-MR in the lesions smaller than 1 cm (28 %, $p=0.023$).

Conclusion : Additional MRI using Mn-DPDP besides routine CT scan was helpful in differentiating the hepatic lesions (< 2 cm) and could improve detection of the small hepatic metastases (< 1 cm) from colorectal carcinoma.

Index words : Liver neoplasms, CT
Liver neoplasmamms, MR
Magnetic resonance (MR), contrast media

Address reprint requests to : Hun Kyu Ryeom, Department of Radiology, School of Medicine, Kyungpook National University
50, 2Ga, Samduk-dong, Jung-gu, Taegu 700-721, Korea.
Tel. 82-53-420-5390 Fax. 82-53-422-2677 E-mail: hkryeom@knu.ac.kr