

사중기 역동적 고속저각영상획득 자기공명영상을 이용한 국소간병변의 평가 : 동맥기의 특성화를 위한 조기영상획득의 유용성¹

조병준 · 유정식 · 김기황 · 김태훈 · 김지형 · 오세정 · 안창수 · 정수윤 · 이호철

목 적 : 조영증강 역동적자기공명영상에서 조기영상획득의 유용성을 다양한 국소 간병변의 동맥강조기에서의 특성화를 통해 알아보고자 하였다.

대상 및 방법 : Fast low-angle shot sequence를 이용하여 gadopentetate dimeglumine을 정맥으로 급속주입한 시점에서 3회의 역동적조영증강영상을 각각 10초, 35초, 60초에 호흡정지기법으로 얻었으며 5분 후 지연조영증강영상을 얻었다. 총 79명의 환자에서 발견된 145개의 국소 간병변(59 간세포암, 71 혈관종, 15 전이암)에 대하여 각각의 병리와 크기에 따른 조영증강양상을 첫번째 시기의 영상을 중심으로 분석하였다.

결 과 : 간세포암은 42예(71%)에서 첫번째 시기에 가장 강한 조영증강을 보였으며 특히 2cm이하의 작은 병변은 그보다 큰 병변에 비해 균질형의 조영증강을 보이는 경우가 많았다(24/25 vs 12/17, $p < .05$). 간혈관종은 첫번째 시기에 구형의 조영증강을 보이는 경우가 51예(72%)였으며 2cm보다 큰 병변에서 비율이 더욱 높았다(35/54 vs 16/17, $p < .05$). 전이암은 12예(80%)에서 첫번째 시기부터 테두리형의 조영증강을 보였다.

결 론 : 역동적자기공명영상에서 조기의 영상획득을 통해 동맥기의 조영증강 양상에 따른 국소 간병변의 특성화는 많은 경우에서 가능하다.

최근 간의 국소병변의 발견과 감별에 있어서 역동적자기공명영상의 유용성에 관한 보고가 늘고 있다. 그러나 아직까지 역동적자기공명영상의 연구들은 영상을 얻는 시간이나 영상 획득의 횟수에 있어서 아직까지 정형화된 양식이 없는 실정이다(1, 2). 나선식CT나 급속자기공명영상의 적용이 일반화되면서 동맥강조기, 문맥강조기, 그리고 지연기 영상을 얻는 삼중시기역동스캔이 국소간병변의 발견과 진단에 유용하다는 보고가 많으며 그 중에서도 동맥강조기의 영상이 병변의 발견과 특성화를 위해 필수적이다. 그러나 동맥강조기를 얻는 최적의 시간에 대해서는 보고자마다 차이가 있는데 실제로 환자 개인의 체중, 심박출량, 혈액순환속도 등의 변이에 따라 각 국소병변과 주변 간조직의 최상의 대조도가 나타나는 시간은 다를 수 밖에 없으며 일반적으로 한 고정된 시점에서 동맥강조기를 얻는다면 경우에 따라 적절한 영상을 얻지 못할 가능성이 있다.

저자들은 임의로 고정된 시점에서 한번의 동맥강조기를 얻는 대신 조영제 주입시작 후 짧은 시간 내에 2회의 영상을 얻어 동맥강조기에 대한 개인적 변이를 극복하고자 하였으며 그 외에 문맥강조기, 그리고 지연기의 영상을 fast low-angle shot (FLASH)기법을 이용하여 사중기역동적자기공명영상을 얻었다. 본 연구에서는 상기한 방법에서 나타난 다양한 국소 간병변

의 조영증강양상을 동맥강조기를 중심으로 시기별로 특성화 하는 것이 국소간병변의 감별진단에 도움을 주는 지를 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

1995년 10월 부터 1996년 10월까지 본원에 내원하여 복부자기공명영상을 시행한 환자 180명의 환자 중 필름분석을 통해 국소간병변이 발견되었고 병리소견과 추적검사를 통해 진단이 가능하였던 79명의 145개의 병변을 그 대상으로 하였다. 환자들의 연령분포는 30-88세였으며 평균연령은 50세였고 남자가 47명, 여자가 32명이었다. 전체 145개의 병변은 간혈관종이 71예, 간세포암이 59예, 그리고 간전이암이 15예였다. 간혈관종은 40명의 환자에서 총 71개의 병변이 확인되었는데 5개의 병변이 보인 경우가 1명, 4개인 경우가 3명, 3개인 경우가 3명, 2개인 경우가 12명이었고 나머지 21명의 환자에서 1개씩의 병변이 확인되었다. 간혈관종을 갖는 모든 예에서 초음파를 시행하였고 6명에서는 적혈구로 표지한 ^{99m}Tc 혈액저류주사를 시행하였으며 특징적인 MR 소견(3)으로 진단한 경우가 21명과 추적 초음파검사(3개월 부터 8개월)를 통해 크기의 변화가 없었고 간경화나 AFP의 증가가 없었던 13예는 간혈관종으로 추정진단하였다. 간세포암의 경우는 전체 32명의 환자에서 발견된

¹ 연세대학교 의과대학 진단방사선과학교실

이 논문은 1998년 2월 17일 접수하여 1998년 7월 16일에 채택되었음.

59개의 병변을 대상으로 하였는데 6개 이상의 병변이 보인 경우가 2명, 5개와 4개인 경우가 각각 1명, 3개는 2명, 2개가 6명이었고 20명에서는 1개의 병변이 보였다. 병변이 6개 이상인 경우에는 병변의 크기가 큰 6개의 병변만을 그 대상으로 하였는데 이는 Peterson 등의 방법을 따랐다(4). 수술이나 조직생검 등의 방법으로 확진된 경우는 총 8명이었고 나머지 환자들의 경우는 MR과 특징적인 혈관조영술 소견, lipiodol-CT소견, 혈중 AFP수치가 모두 간세포암에 해당하였던 18예였으며 추적검사상 크기의 변화와 간경화등의 임상적 상황을 고려하여 추정진단 하였던 8예였다. 간전이암의 경우는 7명의 환자에서 총 15개의 병변이 확인되었는데 전이암의 원발병소로는 위선암이 1예, 위평활근종 1예, 대장암이 4예, 그리고 췌선암이 1예였다. 이들 원발암에 대해서는 모두 조직검사로 확진되었다. 본 연구에서는 양성간낭종의 증례는 포함시키지 않았다.

MR영상은 전예에서 1.5T 초전도형 자기공명영상장치(Magnetom Vision; Siemens, Erlangen, Germany)를 이용하였고 급속영상기법에서의 영상의 질적 향상을 위해 phased array surface coil을 사용하였다. MR 영상기법으로는 FLASH(TR/TE, 118.1/4.1; flip angle, 80°) sequence를 이용한 T1강조영상을 화확포화기법을 이용한 지방억제전후에 얻었으며 fast spin-echo(FSE) (TR/TE, 4060/138) sequence로 T2강조영상을 얻었다. 역동적조영증강영상을 위해서는 지방억제후의 FLASH sequence를 이용하였으며 영상범위는 28-33cm, 행렬수는 256×256, 절단두께는 8-10mm, 절단간격은 2mm, 신호평균횟수(number of signal averaging: NSA)는 1회로 하였다. 한번의 호흡정지를 통해 16-20초안에 14개의 간전체 횡단면영상을 얻었다. Gd-DTPA(0.1mmol/Kg)을 18G 주사침을 통해 전주정맥에 급속주입 후(3-5초이내) 10ml의 생리식염수로 씻어내었다(5초 이내). 사용한 조영제의 총량은 15-20ml였다. 첫번째 영상은 조영제의 주입시작 시점에

서 10초에 얻기 시작하였으며 주입시작 시점에서 35초, 60초에 각각 두번째와 세번째 영상을 얻었고 마지막으로 5분 후에 지연기영상을 얻었다.

모든 영상들은 병변에 대한 최종 진단명이나 환자에 대한 임상적 정보를 알지 못하는 세명의 판독자에 의해 연속적인 사중기의 영상을 종합적으로 분석하였으며 병변의 크기나 조영증강양상 등은 다음과 같은 분류에 맞춰 합의에 의해 결정하였다. 모든 병변에 대해 가장 조영증강이 잘 되는 시점 즉 병변의 신호강도가 주변간실질에 비해 가장 높게 나타났던 시기를 주관적인 관찰에 의해 확인하였고 각 시기별 조영증강형태에 따라 균질형(homogeneous enhancement type), 비균질형(heterogeneous enhancement type), 테두리형(rim enhancement), 구형(globular enhancement)으로 분류하였다. 테두리형의 경우 두께가 3mm 이상인 경우와 미만인 경우를 굵은 테두리형과 얇은 테두리형으로 임의로 분류하였다. 또한 각 병변들을 2cm의 크기 기준으로 나누어 위와 같은 조영증강분류를 토대로 조영증강양상의 차이가 있는지를 살펴 보았는데 이는 Ohashi 등이 소간세포암의 기준으로 2cm를 사용하여 본 연구에서도 적용하였다(5). 간혈관종이나 간전이암의 경우에도 2cm 크기 기준을 적용한 것은 간세포암과 다른 크기 기준을 적용함으로써 오는 판독자의 선입관을 배제하기 위해서였다. 간세포암, 간혈관종, 간전이암에서 각 군 간의 조영증강형태의 차이나 크기에 따른 조영증강차이는 chi-square test를 이용하여 분석하였다.

결 과

전체 145예의 국소병변은 조영증강되는 양상과 시기가 다르기는 하지만 모든 예에서 조영증강의 소견이 보였다. 간세포암(n=59)은 42예(71%)가 첫번째 시기에서 가장 강한 조영증강

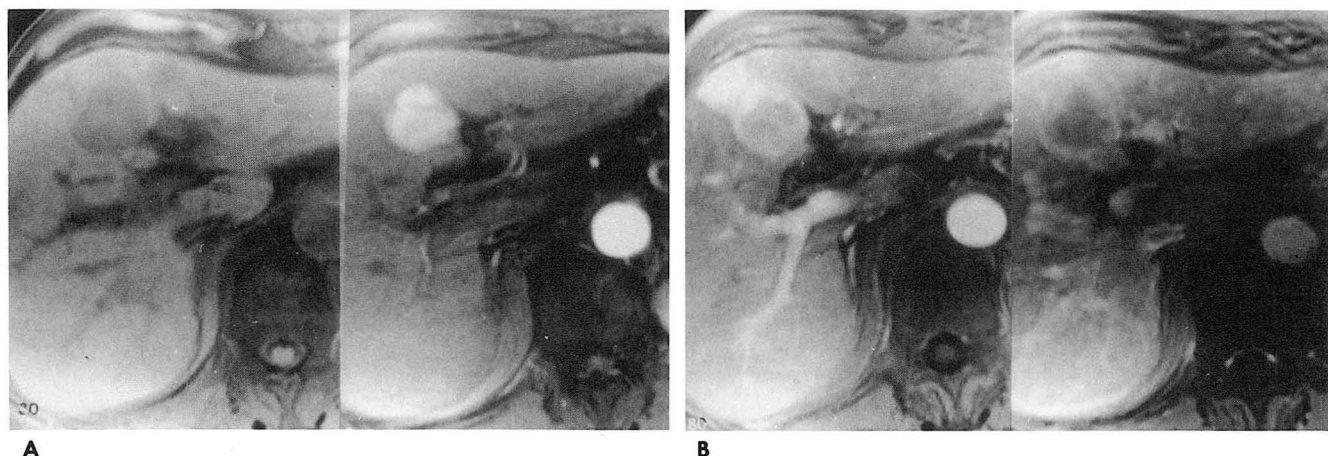


Fig. 1. Homogeneous enhancement pattern of hepatocellular carcinoma during phase 1.

A. Precontrast image shows low intensity mass in the liver(segment 4), which enhances homogeneously during phase 1 image.

B. Portal phase image shows rapid washout of contrast enhancement in central portion of HCC. Delayed image shows only peripheral rim enhancement.

을 보였으며 15예(25%)는 두번째 시기에서 그리고 나머지 2예(3.4%)는 세번째 시기에 가장 강한 조영증강을 보였다 (Table 1). 크기별로 보면 2cm 이하인 경우(n=38) 가장 강한 조영증강을 보인 경우는 25예(66%)에서는 첫번째 시기에, 11예(29%)는 두번째 시기에, 그리고 2예(3.4%)에서는 세번째 시기였다. 2cm보다 큰 간세포암(n=21)은 17예(81%)에서 첫번째 시기에 뚜렷한 조영증강을 보였고 두번째 시기에 가장 강한 조영증강을 보였던 경우는 4예(19%)였다. 첫번째 시기에 제일 강한 조영증강을 보인 42예 중 균질형이 36예(85.7%)로 비균질형이나 테두리형에 비해 월등히 많았으며 특히 크기가 2cm이하의 병변에서 그보다 큰 병변에 비해 균질형의 조영증강을 보이는 경우가 많았다(24/25 vs 12/17, $p < .05$) (Table 2).

간혈관종(n=71)에서는 병변의 크기가 2cm 이하인 경우 (n=54) 첫번째, 두번째 및 세번째 조영시기의 조영증강 양상은 주변-소구형이 각각 35, 40, 30예로 가장 많이 나타났으며 이

런 모양을 보인 경우 시간이 지남에 따라 구심성충만조영증강양상을 보였다. 2cm을 초과하는 크기의 병변(n=17)에서는 두번째 조영시기에서 균질형의 조영증강을 보였던 1예를 제외하고는 모두 구형의 조영증강양상을 보였다(Table 3). 전체적으로는 크기에 관계없이 세번째 조영시기에서 구형을 보이는 빈도가 가장 많았으나 실제로 특징적인 구형의 조영증강이 시작

Table 1. Phases of Maximal Enhancement in HCCs

| Phases of Maximal Enhancement | No. of Lesions (%) |
|-------------------------------|--------------------|
| Phase 1 | 42 (71.2) |
| Phase 2 | 15 (25.4) |
| Phase 3 | 2 (3.4) |
| Total | 59 (100) |

HCCs=Hepatocellular carcinomas

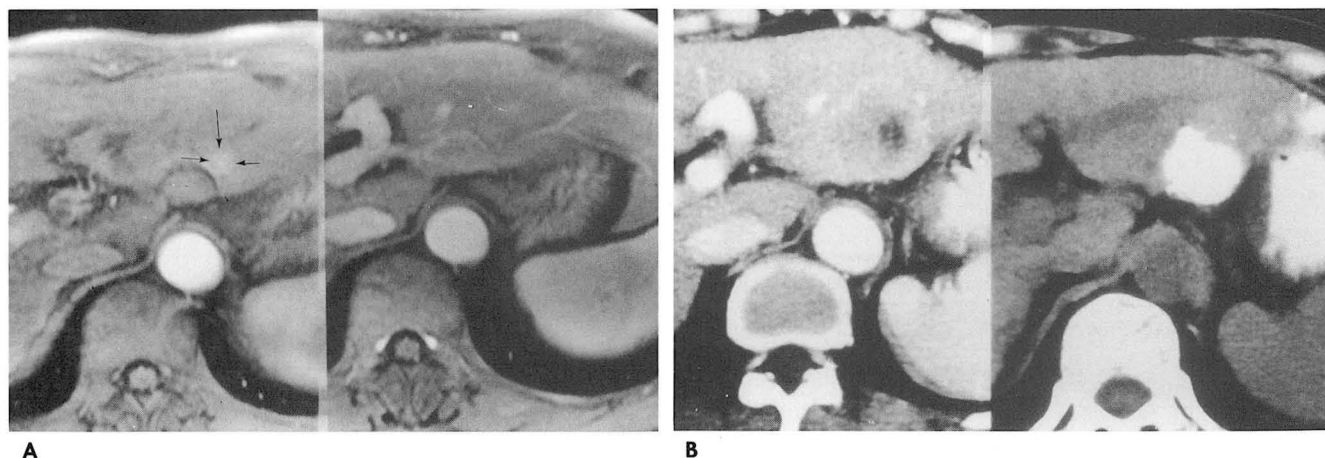


Fig. 2. Homogenous enhancement pattern of hepatocellular carcinoma only during the phase 1.

A. Phase 1 (Left) image shows small homogeneously enhancing lesion in the liver (segment 2) (Arrow). Phase 2 (image at the same level with phase 1 image dose not show any enhancing lesion in the liver.

B. Three months follow up CT scan shows low density mass at the same location. Lipiodol-CT scan taken 4 months later (Right) shows homogeneously lipiodol uptake lesion.

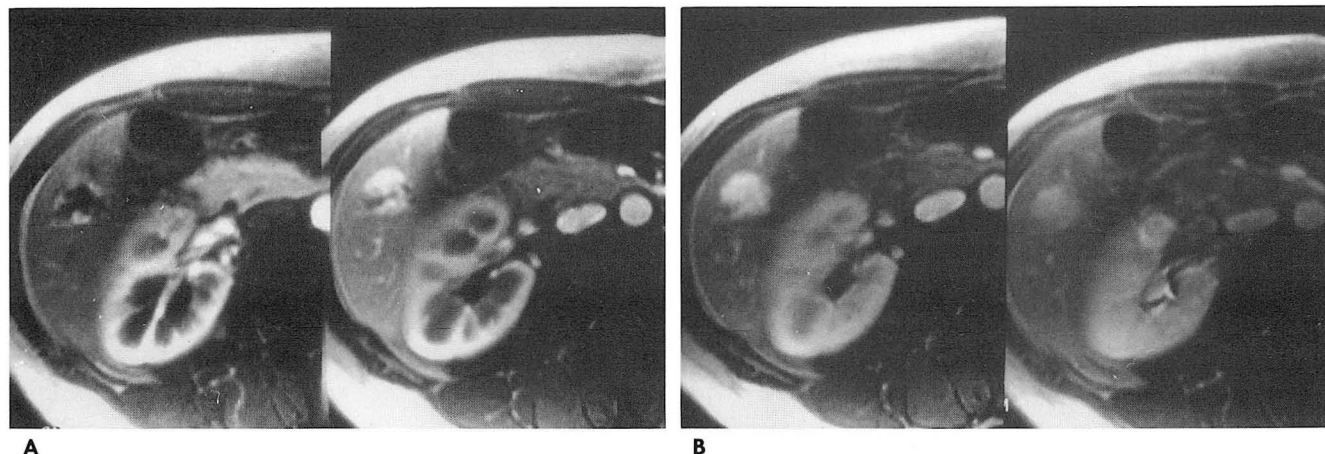


Fig. 3. Typical peripheral globular enhancement pattern in hemangioma.

A. Phase 1 and 2 images show peripheral globular enhancement with centripetal fill-in enhancement pattern.

B. Phase 3 and phase 4 image show persistent homogeneous enhancement of hemangioma.

되었던 시기는 첫번째 시기였던 경우가 전체 71예중 51예(72%)로 2cm 이하인 병변이 35예, 2cm를 초과하는 병변이 16예였다(Table 4). 첫번째 조영시기에서 테두리형의 조영증강을 보였던 예가 2예 있었으며 모두 크기는 2cm이하로 작았고, 균질형조영증강을 보였던 경우는 2cm이하의 4예(7.4%)에서만 관찰되었다. 첫번째 시기에서 조영증강되지 않는 경우는 2cm 이하의 간혈관종이 13예, 2cm를 초과하는 병변이 1예 였으나 이들 병변은 다음 시기에서 모두 조영증강되었다(Table 3).

간전이암의 경우는 15예 모두 2cm 이상의 크기를 보였다

Table 2. Enhancement Patterns of HCCs during Phase 1

| Enhancement Patterns | Numbers of Lesions (%) | | |
|----------------------|------------------------|----------|-----------|
| | (≤ 2 cm) | (> 2 cm) | Total |
| Homogeneous | 24 | 12 | 36 (61.0) |
| Heterogeneous | 11 | 7 | 18 (30.5) |
| Peripheral | 3 | 2 | 5 (8.5) |
| Total | 38 | 21 | 59 (100) |

HCCs=Hepatocellular carcinomas

Table 3. Dynamic Enhancement Patterns of Hemangiomas (≤ 2 cm).

| Enhancement Patterns | Number of Lesions (%) | | | | | |
|----------------------|-----------------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|
| | Phase 1 | | Phase 2 | | Phase 3 | |
| | ≤ 2 cm | > 2 cm | ≤ 2 cm | > 2 cm | ≤ 2 cm | > 2 cm |
| Globular | 35 (64.8) | 16 (94.1) | 40 (74.0) | 16 (94.1) | 36 (66.0) | 16 (94.1) |
| Homogeneous | 4 (7.4) | 0 (0.0) | 9 (16.6) | 1 (5.9) | 16 (29.6) | 1 (5.9) |
| Peripheral Thin | 2 (3.8) | 0 (0.0) | 2 (3.8) | 0 (0.0) | 2 (3.8) | 0 (0.0) |
| No Enhancement | 13 (24.0) | 1 (5.9) | 3 (5.6) | 0 (0.0) | 0 (0.0) | 0 (0.0) |
| Total | 54 | 17 | 54 | 17 | 54 | 17 |

Table 4. Start Point of Globular Enhancement of Hemangiomas.

| Starting Point of Globular Enhancement | Number of Lesions (%) | |
|--|-----------------------|-----------|
| | ≤ 2 cm | > 2 cm |
| Phase 1 | 35 (76.1) | 16 (94.1) |
| Phase 2 | 8 (17.4) | 1 (5.9) |
| Phase 3 | 3 (6.5) | 0 (0.0) |
| Phase 4 | 0 (0.0) | 0 (0.0) |
| Total | 48 (100) | 17 (100) |

Table 5. Dynamic Enhancement Patterns of Metastasis

| Enhancement Patterns | Numbers of Lesions(%) | | | |
|----------------------|-----------------------|---------|---------|----------|
| | Phase 1 | Phase 2 | Phase 3 | Phase 4 |
| Rim Thin | 9 (60) | 9 (60) | 9 (60) | 6 (40) |
| Rim Thick | 3 (20) | 3 (20) | 3 (20) | 6 (40) |
| No Enhancement | 3 (20) | 2 (13) | 1 (7) | 0 (0.0) |
| Homogeneous | 0 (0) | 1 (7) | 1 (7) | 1 (7) |
| Heterogeneous | 0 (0) | 0 (0) | 1 (7) | 2 (13) |
| Total | 15 | 15 | 15 | 15 |

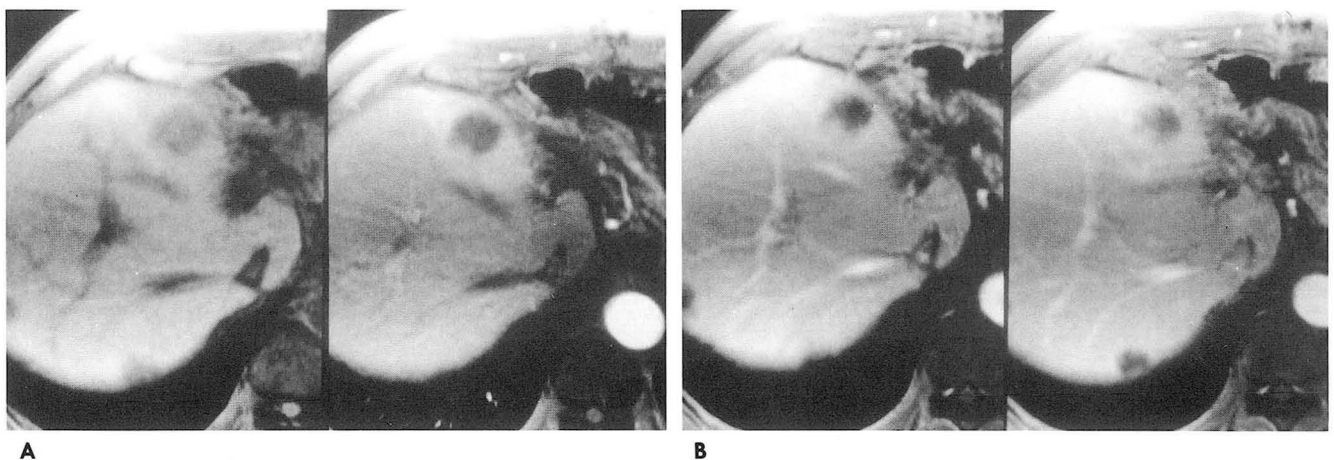


Fig. 4. Peritumoral parenchymal enhancement pattern of colon cancer metastasis during phase 1 image.

A. Precontrast image shows three low signal intensity masses during phase 1 with peritumoral parenchymal enhancement at segment 4.

B. Portal phase and delayed image show much prominent peripheral enhancement of metastasis. The degree of peritumoral parenchymal enhancement is much lessened in these images.

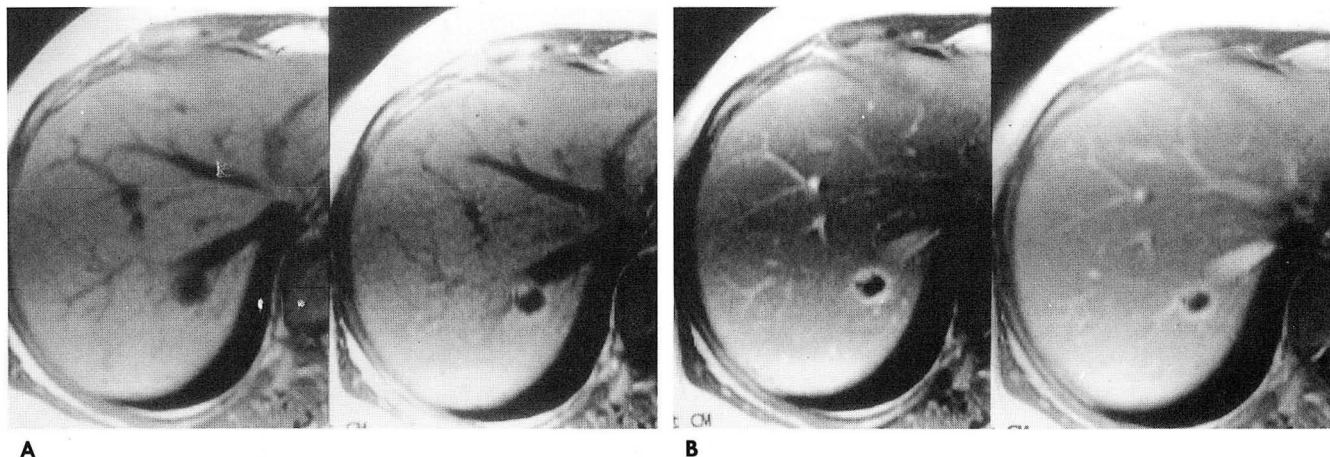


Fig. 5. Rim enhancement pattern of colon cancer metastasis on all phase images.

A. Low signal intensity lesion is visualized in the liver on precontrast image(Left). Phase 1 image (Right) shows rim enhancement without evidence of globular enhancement.

B. Portal venous phase (Left) and delayed image (Right) show similar rim enhancement in the mass. Central portion of the mass dose not enhance on all images.

(Table 5). 첫번째 조영시기에 테두리형으로 보인 경우가 12예였으며 이들 모두 지연기에서는 계속 같은 형태의 조영증강양상을 보였고 나머지 3예 중 1예에서는 균질형, 2예에서는 비균질형의 조영증강양상을 보였다.

고 찰

역동적자기공명영상은 기존의 T1, T2이완시간이나 신호강도대잡음비등의 수치적 분석이나 스핀에코자기공명영상을 이용한 병변의 형태적 분석에 비해 병변의 조직특성화에 있어 더 유용하다고 보고되고 있다(6-10). 고속저각영상획득기법(FLASH, fast low-angle shot)은 1회의 호흡정지 기간 중 1 cm 절편간격으로 최대 19개까지의 영상을 최소 16초에서 26초 사이에 얻을 수 있다는 장점이 있고 스핀에코영상에 비해 Gd-DTPA등의 조영제에 대한 높은 감수성으로 인해 작은 과혈류성병변의 발견에 우수하며 호흡정지 중 급속영상기법을 이용한 고속저각영상획득기법은 고식적 T1 강조영상에 비해 높은 국소 병변의 발견율(89.9%:79.7%)과 함께 CNR의 향상과 운동인공물을 줄일 수 있어 전체적인 영상의 질이 향상된다고 보고되었다(1, 2, 8, 11). 그러나 이와 같은 다면 역동적자기공명영상의 발전에도 불구하고 아직 정형화되고 체계화된 방식이 없는 실정이다.

일반적으로 간세포암은 간동맥 만의 혈류공급을 받는 것으로 알려져 있으며 병변발견을 향상시키기 위해서는 정확한 시기에 얻어진 동맥강조기의 영상이 중요한 데 어떤 정형화된 방법을 사용하더라도 모든 경우에서 정확한 동맥강조기를 얻을 수 없는 경우가 많다. 그 이유는 첫째, 각 개인의 심박출량, 순환속도의 다양성, 체격 등의 차이로 인한 동맥강조기의 다양성으로 인해 어느 한 시점의 영상만을 얻을 때 병변의 동맥기조영양상을 놓칠 가능성이 있다(4, 12). 또 많은 연구가 손주사방식으로 시행되는 데 동력주사방식을 사용할 때보다 일관성 있는 주사시

간을 유지하기 어려운 점도 이유가 될 수 있다. 어떤 원인으로 동맥기가 지연되는 경우에는 기왕의 문맥강조기로써 병변을 찾아낼 기회가 있지만 동맥기가 정상보다 빠를 때는 첫번째 영상을 얻는 시기를 앞당기지 않는 한 병변을 놓칠 가능성이 있다.

본 연구에서는 다면역동적자기공명영상을 이용하였는데 특히 동맥강조기가 정상보다 빠른 경우에 병변의 발견율을 높이기 위한 방법으로 기존 연구에서처럼 동맥강조영상을 얻기 위해 조영제 주사후 25내지 30초 지연 시간 후에 영상을 얻는 방법 대신에 10초 지연시간 후 영상을 얻음으로써 초기동맥강조기 내지는 순수동맥강조기를 얻고자 하였다. 그리고 35초 지연 시간 후에 두번째 조영증강영상을 얻는 방법을 사용하였는데 이는 기존 연구에서 동맥강조기를 얻기 위해 사용한 지연시간 보다는 약간 길지만 비교적 동맥강조기에 크게 벗어나지 않는 시간대를 취함으로써 동맥강조기가 늦어지는 경우에도 동맥강조기에 합당하고 반대로 빠른 경우에는 후기동맥강조기나 혹은 문맥강조기의 영상을 얻을 수 있게끔 함으로써 개인차이에 의한 동맥강조기의 다양성을 극복하고자 하였다. 물론 소량의 조영제를 사용하여 각 개인마다의 순환속도를 미리 측정함으로써 동맥강조기의 다양성을 극복하는 방법도 있지만(13) 임상적으로 매 환자에서 사용하기에는 번거로움이 따르며 동맥강조기의 다양성이 순환속도 한가지에만 의존하는 것이 아니므로 한계가 있다고 하겠다. 본 연구에서는 각 조영시기에 실제로 초기동맥강조기, 후기동맥강조기 혹은 문맥강조기 등의 어느 시기에 합당한지에 관한 비교 분석은 하지 않았는데 그 이유는 본 연구 자체가 동맥강조기의 다양성을 이미 전제로 하고 있기에 그 중요성은 적으리라는 판단에서였다.

간세포암의 경우 첫번째 조영시기에서 최대조영증강소견을 보인 경우가 42예로 가장 많았는데 그 중 균일형의 조영증강을 보인 경우가 36예(85.7%)였다. 김 등(14)의 연구에 의하면 동맥강조기에서는 불균질형의 조영증가 형태가 81.3%로 가장 많았다는 보고를 하고 있는 데 이는 본 연구와는 상당한 차이를

보이고 있다. 그러나 본 연구에서 두번째 조영시기의 조영증강 형태를 분석했을 때에는 76.3%에서 불균일형을 보임을 고려하면 비록 본 연구에서는 각 조영시기가 삼중시기(3 phases) 중에서 어느 시기에 해당하는 지에 관한 분석은 앞에서 설명한 이유로 이루어지지 않았지만 김 등의 연구에서의 동맥강조기가 아마도 본 연구의 두번째 조영시기에 해당할 가능성이 있다. 이와 같이 첫번째 조영시기 때 균질형의 조영증강을 보이는 경우가 많은 이유는 아마도 간동맥에만 선택적으로 조영제가 차들어가는 시기에 영상을 얻음으로써 간동맥만의 혈류공급을 받는 간세포암이 조영됨으로써 나타나는 소견일 가능성이 있다. 한편 첫번째 조영시기에서만 조영증강되고 두번째(3예)와 세번째(9예) 시기에서는 조영증강이 사라지는 경우가 12예(20.3%)였고 두번째 조영시기에서만 조영증강이 보이던 경우가 2예(3.4%)였으나 세번째 조영시기에서만 조영증강되던 경우는 없었다. 이들 14예는 기존의 고정된 시간대의 동맥강조기 영상을 얻을 때 적절한 시간을 놓칠 경우에는 병변의 과혈관성 특징을 간과하게 되어 간세포암으로 진단하지 못할 가능성을 내포한다고 하겠다.

간혈관종에서는 첫번째 조영시기 때의 조영증강양상은 구형을 보인 경우가 전체 71예 중 51예(71.8%)로 가장 많았으며 병변의 크기가 2cm 이상 큰 경우 일수록 많았다. 첫째 조영시기 때 균일형의 조영 양상을 보인 경우가 4예였으나 모두 2cm이하의 병변에서만 관찰되는 소견이었다. 이런 경우에는 간세포암과의 감별이 중요한 데 이들 병변은 모두 지연기 영상까지도 조영증강이 계속됨으로써 감별할 수 있었다. 간혈관종에서의 구형조영소견과 동반된 구심성충만 양상의 조영소견은 간혈관종을 진단하는 데 매우 중요한 진단기준으로 받아들여지고 있다(1, 15). 그러나 특징적인 구형의 조영소견은 비교적 병변의 조영증강되는 시기의 초기에 관찰하기 용이하며 조영시기가 지날수록 그 특징을 소실하기 때문에 본 연구에서는 특징적인 구형의 조영소견이 나타나는 시기를 분석하였다. 전체 조영시기를 고려할 때 구형으로 시작하여 서서히 구심성으로 충만되는 경우가 83.1%로 가장 많았고, 조영시기 중 첫번째 혹은 두번째 조영시기 중에 급속히 균질형으로 조영증강되는 경우가 14.1%, 그리고 첫번째부터 세번째 조영시기까지 테두리형으로 남는 경우가 2.8%였다. 지연기에서는 완전 균질형으로 보이는 경우가 78.9%로 가장 많았고 나머지가 비균질형이거나 구형이었다. 그러나 후자의 경우라도 조영전기의 조영증강양상이 구심성으로 충만되는 구형이어서 간세포암이나 간전이암과 혼동될 가능성은 적었다. 간혈관종에서 초기에 균질형의 조영증강되는 이유에 대해서 혹은 두꺼운 절편에 의한 부분체적효과(partial volume effect)로 설명하고 있으나(15) 본 연구는 1cm의 비교적 얇은 절편을 사용하여 부분체적효과(partial volume effect)를 줄였다는 점에서 이러한 설명은 합리적이지 않은 것으로 생각되며 오히려 작은 크기의 혈관종에서 이러한 초기 균질형 조영증강 형태가 많은 것으로 미루어 Semelka 등(16)이 밝혔듯이 작은 크기의 혈관종일수록 혈관풀이 작아 조기조영증강이 이루어진다는 것이 타당하리라 사료된다.

간전이암의 경우 2예를 제외한 모든 예에서 첫번째 혹은 두

번째 조영시기부터 조영증강되는 양상을 보였고 초기 테두리형으로 조영증강이 시작되어 구심성으로 충만되는 양상을 보인 경우가 가장 많았으나 33.3%에서는 구심성 충만되는 양상없이 테두리형의 조영증강이 변화없이 보이는 경우였다. 그러나 초기에 테두리형으로 보였어도 구형으로 보인 경우는 한 예도 발견되지 않아 다른 국소간병변 특히 간혈관종과의 감별에 유의한 소견이었다. 지연기에서 균질형으로 보인 경우가 한 예도 보이지 않았는데 이 역시 다른 병변과의 감별에 도움이 되는 소견이었다. 문헌에 따르면 간전이암의 경우는 원발암의 종류와 조직학적 종류에 따라 다양한 조영증강양상을 보이나 고리형조영증강(ring enhancement)를 보이는 경우가 많았다고 보고되고 있다(17, 18). 한가지 흥미로운 결과는 첫번째 조영시기에서 종괴주위 간실질의 동심원성 조영증강되는 두터운 테두리가 나타난 경우로 이러한 조영소견은 두번째 혹은 세번째 조영시기때 급속히 사라지는 소견을 보였고 총 15개의 병변 중 3예(20%)에서 이러한 소견이 관찰되었다. 이러한 종괴 주위 간실질의 동심원성 조영증강의 원인에 대해서는 아직 밝혀지지 않고 있으나 문헌에 따르면 대장암이나 점액생성체장암 등의 간전이암의 경우 종괴주위로 불분명한 경계의 조영증강부위가 나타나며 그 원인으로 그 부위가 전이암의 경계를 의미하기 보다는 종괴주위의 과혈류상태(hyperemia)를 의미한다고 보고한바 있고(19, 20) 다른 연구에 의하면 대장암 등에서 종괴 주위로의 혈관염을 야기시키는 병태생리학적전에 따른 현상이라는 설명이 있기도 하다(21-23). 그러나 본 연구에서는 이에 대한 병리학적인 분석이 이루어지지 않아 차후 연구가 필요하리라 생각된다.

본 연구는 연구대상으로 분석한 간전이암의 원발암이 비교적 저혈관성의 대장암이 많아 과혈관성간전이암등을 포함한 전체 간전이암의 조영증강양상을 반영할 수 없다는 문제점을 내포하고 있다. 실제로 과혈관성신경내분비종양(neuroendocrine tumor)을 대상으로 한 연구에서도 초기에 조영증강되는 불균질형이 가장 흔한 소견이라고 보고하고 있다(24).

결론적으로 역동적자기공명영상에서 초기의 영상획득을 통해 동맥기의 조영증강양상에 따른 국소 간병변의 특성화는 많은 경우에서 가능하였다. 간세포암은 첫번째 조영시기에 가장 조영증강이 잘되고 균질형으로 조영증강되는 경우가 많다. 간혈관종에서는 진단에 중요한 특징적인 구형의 조영양상은 대부분 첫번째 조영시기에서 보여 조영시기의 앞당김이 진단에 도움을 줄 수 있다. 간전이암에서는 대부분 테두리형의 조영양상을 보이며 지연기에서도 계속적인 테두리형으로 조영되는 소견을 보이는데, 특히 첫번째 조영시기에서 종괴주위 간실질의 동심성조영증강과 비교적 빠른 조영효과의 소실이 다른 종류의 간종괴에서는 드문 소견으로 감별진단에 도움을 줄 수 있다.

참 고 문 헌

1. Ito K, Choji T, Nakada T, Nakanishi T, Kurokawa F, Okita K. Multislice dynamic MRI of hepatic tumors. *J Comput Assist Tomogr* 1993; 17: 390-39

2. Taupitz M, Hamm B, Speidel A, Deimling M, Branding G, Wolf KJ. Multisection FLASH: method for breath-hold MR imaging of the entire liver. *Radiology* 1992; 183: 73-79
3. Hamm B, Fischer E, Taupitz M. Differentiation of hepatic hemangiomas from metastases by dynamic contrast-enhanced MR imaging. *J Comput Assist Tomogr* 1990; 14: 205-216
4. Peterson MS, Baron RL, Murakami T. Hepatic malignancies: usefulness of acquisition of multiple arterial and portal venous phase images at dynamic Gadolinium-enhanced MR imaging. *Radiology* 1996; 201: 337-345
5. Ohashi I, Hanafusa K, Yoshida T. Small hepatocellular carcinomas: two-phase dynamic incremental CT in detection and evaluation. *Radiology* 1993; 189: 851-855
6. Reinig JW. Differentiation of hepatic lesions with MR imaging: the last word?. *Radiology* 1991; 179: 601-602
7. Hamm B, Thoeni RF, Gould RG, et al. Focal liver lesions: characterization with nonenhanced and dynamic contrast material-enhanced MR imaging. *Radiology* 1994; 190: 417-423
8. Yoshida H, Itai Y, Ohtomo K, Kokubo T, Minami M, Yashiro N. Small hepatocellular carcinoma and cavernous hemangioma: differentiation with dynamic FLASH MR imaging with Gd-DTPA. *Radiology* 1989; 171: 339-342
9. Mirowitz SA, Lee JKT, Gutierrez E, Brown JJ, Heiken JP, Eilenberg SS. Dynamic Gadolinium-enhanced rapid acquisition spin-echo MR imaging of the liver. *Radiology* 1991; 179: 371-376
10. Mano I, Yoshida H, Nakabayashi K, Yashiro N, Jio M. Fast spin echo imaging with suspended respiration: gadolinium enhanced MR imaging of liver tumors. *J Comput Assist Tomogr* 1987; 11: 73-80
11. 김태훈, 김기황, 김은경, 유정식. 국소적 간병변에 대한 호흡보상이 가능한 자기공명영상: 호흡보상-급속스핀에코 T2-강조영상과 FLASH영상 조합의 임상적 유용성. *대한방사선의학회지* 1996; 35: 929-937
12. Bonaldi VM, Bret PM, Reinhold C, Atri M. Helical CT of the liver: value of an early hepatic arterial phase. *Radiology* 1995; 197: 357-363
13. Earls JP, Rofsky NM, Decorato DR, Krinsky GA, Weinreb JC. Hepatic arterial-phase dynamic gadolinium-enhanced MR imaging: optimization with a test examination and a power injector. *Radiology* 1997; 202: 268-273
14. 김도중, 김명진, 최필식 등. 국소적 간병변의 다면 역동적 자기공명영상. *대한방사선의학회지* 1995; 33: 925-932
15. Murakami T, Mitani T, Nakamura H, et al. Differentiation between hepatoma and hemangioma with inversion-recovery snapshot FLASH MRI and Gd-DTPA. *J Comput Assist Tomogr* 1992; 16: 198-205
16. Semelka RC, Brown ED, Ascher SM et al. Hepatic hemangioma: A multi-institutional study of appearance on T2-weighted and serial gadolinium-enhanced gradient-echo MR images. *Radiology* 1994; 192: 401-406
17. Freeny PC, Marks WM. Patterns of contrast enhancement of benign and malignant hepatic neoplasms during bolus dynamic and delayed CT. *Radiology* 1986; 160: 613-8
18. Semelka RC, Shoenut JP, Kroeker MA, et al. Focal liver disease: comparison of dynamic contrast CT and T2-weighted fat-suppressed, FLASH, and dynamic gadolinium-enhanced MR imaging at 1.5T. *Radiology* 1992; 184: 687-694
19. Freeny PC, Marks WM. Hepatic perfusion abnormalities during CT angiography: detection and interpretation. *Radiology* 1986; 159: 685-691
20. Itai Y, Moss AA, Goldberg HI. Transient hepatic attenuation difference of lobar or segmental distribution detected by dynamic computed tomography. *Radiology* 1982; 144: 835-839
21. Ueyama H, Kumamoto T, Araki S. Circulating autoantibody to muscle protein in a patient with paraneoplastic myositis and colon cancer. *Eur Neurol* 1992; 32: 281-284
22. Lewis JE. Urticarial vasculitis occurring in association with visceral malignancy. *Acta Derm Venereol (Stockh)* 1990; 70: 345-347
23. Larson RE, Semelka RC, Bagley AS, Molina PL, Brown ED, Lee JKT. Hypervascular malignant liver lesions: comparison of various MR imaging pulse sequences and dynamic CT. *Radiology* 1994; 192: 393-399
24. Soyer P, Gueye C, Somveille E, Laissy JP, Scherrer A. MR diagnosis of hepatic metastases from neuroendocrine tumors versus hemangiomas: relative merits of dynamic Gd-chelate-enhanced gradient-recalled echo and unenhanced spin-echo images. *AJR* 1995; 165: 1407-1413

Assessment of Focal Liver Lesions with 4-Phase Dynamic FLASH MR Imaging : Usefulness of Early Image Acquisition for Characterization of Arterial Phase¹

Byung-June Jo, M.D., Jeong-Sik Yu, M.D., Ki Whang Kim, M.D.
Tae-Hoon Kim, M.D., Ji Hyung Kim, M.D., Sei Jung Oh, M.D.
Chang Su Ahn, M.D., Su-Yun Chung, M.D., Ho-Chul Lee, M.D.

¹Department of Diagnostic Radiology, Yonsei University College of Medicine

Purpose: To document the usefulness of early image acquisition using the contrast-enhanced dynamic MR imaging for characterization of various focal hepatic lesions during the arterial phase.

Materials and Methods: Seventy-nine patients with 145 focal liver lesions (71 hemangiomas, 59 hepatocellular carcinomas and 15 metastases) underwent breathhold dynamic MR imaging using a fast low-angle shot sequence. After obtaining unenhanced T1-weighted images, four phase MR images were obtained 10, 35, 60 and 300 seconds after starting the injection. Patterns of contrast enhancement were analyzed for each lesion, with an emphasis on first phase images.

Results: Forty-two of the 59 HCCs (71%) showed prominent contrast enhancement during the first phase. HCCs smaller than 2cm in diameter showed a more homogeneous enhancement pattern than those which measured 2cm or more (24/25 vs 12/17; $p < .05$). Hemangiomas showed a globular enhancement pattern during the same phase in 51 of 71 cases (72%), a finding which was more apparent in those whose diameter was 2cm or more (35/54 vs 16/17, $p < .05$). During the first phase of imaging, 12 of the 15 metastases showed peripheral enhancement of their thick rim.

Conclusion: The use of early image acquisition on dynamic MR sequences is helpful in characterizing lesions according to their pattern of contrast enhancement.

Index words: Liver neoplasms, MR
Magnetic resonance(MR), pulse sequence
Magnetic resonance(MR), technology

Address reprint requests to: Jeong-Sik Yu, M.D., Department of Radiology, Yonsei University, YongDong Severance Hospital,
146-92, Dokok-Dong, Kangnam-Ku, Seoul, 135-270, South Korea.
Tel. 82-2-3497-3510 Fax. 82-2-3462-5472