

## 대직장암 환자의 병기 결정에 있어서의 조영증강 자기공명영상(역동학적 및 지연성)의 유용성\*

이화대학교 의과대학 방사선과학교실,\*\* 일반외과학교실\*\*\*  
이선화\*\* · 강병철\*\* · 서정수\*\* · 박응범\*\*\* · 심강섭\*\*\*

= Abstract =

### Diagnostic Value of Enhanced MRI with Gd-DTPA in the T Staging of Colorectal Carcinoma

Sun Wha Lee\*\* · Byung Chul Kang\*\* · Jung Soo Suh\*\*  
Eung Bum Park\*\*\* · Kang Sup Shim\*\*\*

*Department of Diagnostic Radiology,\*\* Surgery,\*\*\* College of Medicine,  
Ewha Womans University*

**Purpose** : We studied to determine the usefulness of dynamic magnetic resonance imaging (MRI) in the preoperative evaluation of invasion of colorectal cancer and to compare its usefulness with the conventional CT. To observe the enhancement pattern of colorectal wall after iv administration of Gd-DTPA between normal and cancerous wall.

**Materials & Methods** : Twenty patients with colon cancer and 8 patients with rectosigmoid cancer, who were diagnosed between October 1997 and June 1998 by barium enema, colonoscopic biopsy were evaluated. The patients population consisted of 16 men and 12 women, with ages ranging from 46 to 68 years(mean 61 years). Preoperative staging was done by conventional CT and dynamic MRI. All MR images were performed with 1.5 T superconducting magnet unit(Vision, Siemens, Erlangen, Germany). 2D-FLASH(Fast Low-Angle Shot) sequence was used for the dynamic and delayed images(TR/TE/NEX/FA=72.5 - 117.3/4.1/1/80°), and acquisition time of 13-15sec.

For the dynamic images, five MR images were obtained with a single breath hold. Precontrast images(axial,or sagittal or coronal) was obtained first, and then dynamic MR images were obtained at 30, 60, 90, 120sec after intravenous injection of 0.1mmol/kg Gd-DTPA. Ten to fifteen delayed images were also obtained with the interval of 4-5 minutes with a single breath hold. Preoperative staging of CT and MRI were decided with a consensus by two radiologists. Pathologic staging were done by TNM classification.

**Results** : The dynamic MR image-determined stage of colorectal cancer correlated with histopathologic findings in 2 of 3 pT2 tumor(67%), 19 of 21 pT3(90%), and 4 of 4 pT4 tumors(100%). MRI correctly diagnosed tumor deposits of involved lymph nodes in 16 patients,

---

\*이 논문은 1997년도 임상 연구비에 의해서 이루어졌음.

overall accuracy was 57%(16/28%). And the signal intensities after IV Gd-DTPA administration between the cancerous wall and normal wall was not significantly different at the 30, 60, and 90 seconds MR images with the indifferent Student *t*-test( $p > 0.05$ ).

**Conclusion** : Dynamic MRI has a role for the preoperative assessment of colorectal carcinoma.

**KEY WORDS** : Colon · Rectum · Carcinoma · Magnetic resonance imaging(MRI).

## 서 론

대직장암의 국소적인 침범범위를 결정하기 위하여, 대장조영술, 대직장 내시경, 컴퓨터 단층촬영, 내시경 초음파가 진단적인 도구로 사용되어 왔다. 그러나, 각각의 방법이 갖고 있는 내재적인 장점과 단점이 있다. 컴퓨터 단층촬영에 의한 병기 결정은 대략 48~74%의 정확도를 보고한다<sup>1)</sup>. 최근 자기공명촬영술이 직장암의 국소 침범의 깊이, 임파절 전이, 수술 후 재발에 대한 연구에 이용되고 있다<sup>2-9)</sup>. 그러나, 이러한 자기공명영상은 컴퓨터 단층촬영보다 높지 않은 정확도가 보고되고 있다<sup>10)</sup>. 특히, 이러한 초기의 자기공명촬영은 장벽을 따라 암세포의 침범의 깊이를 정확히 묘사하기가 쉽지 않고 영상의 질을 높이기 위하여는 장 운동의 최소화가 필 수적이라는 것이 단점이다. 그러나, 자기공명촬영은 다면성 영상이면서 방사선 피폭의 위험성이 없다는 장점이 있다. 특히, FLASH, FISP, Turbo-SE 등의 빠른 자기공명영상을 이용하면 1회 호흡정지로 대장 및 대장 주변의 평가에 유용한 방법으로 이용될 수 있다.

따라서, 본 연구에서는 FLASH와 같은 빠른 자기공명영상을 이용하여 역동학적 영상과 지연 영상으로 대직장암 환자의 병기 결정의 정확성을 알아보고자 하였다. 전향적인 방법으로 수술전 자기공명촬영을 찍고 병리 조직과 비교하여 국소적인 병기를 비교하였다.

## 대상 및 방법

1997년 10월부터 1998년 6월까지 대장조영술과 대직장 생검으로 진단된 20명의 대직장암 환자와 8명의 직장암 환자를 대상으로 자기공명촬영술을 시행하였다. 남녀비는 16 : 12이며, 연령은 46세부터 68세까지였다.

수술전 병기결정을 역동학적 자기공명촬영술로 역동적인 영상과 지연영상을 획득하였다. 모든 자기공명

영상은 1.5-T 기기(Vision, Siemens, Erlangen, Germany)를 사용하였으며, 2D-FLASH(Fast Low-Angle Shot) sequence를 이용하여 역동학적 영상촬영술을 시행하였다. 자기공명영상의 조건들은 다음과 같다. 반복시간(TR, repetition time)은 72.5~117.3msec, 에코시간(TE, echo time)은 4.1msec, 자극수(NEX, number of excitation)은 1회 FA(Flip Angle)은 80 이고, 전체 영상 촬영 시간은 13~15초였다. 기질크기(matrix size)는 256×256 직사각형이고, 단면 두께는 5mm였다. FOV(field of view)는 118-330×300-350mm이고, 주사선은 0.73-1.29×1.17-1.37mm 정도였다.

역동학적인 영상을 위하여 1회의 호흡정지로 5개의 자기공명영상을 얻어 이를 기본 영상(precontrast image)으로, kg당 0.1mmole Gd-DTPA을 정맥으로 주입한다. 조영제 주입 후, 30, 60, 90, 120초의 역동학적인 영상을 얻고, 4~5분 후 지연 영상을 10~15 단면을

**Table 1.** T staging for cancer of the colon and rectum

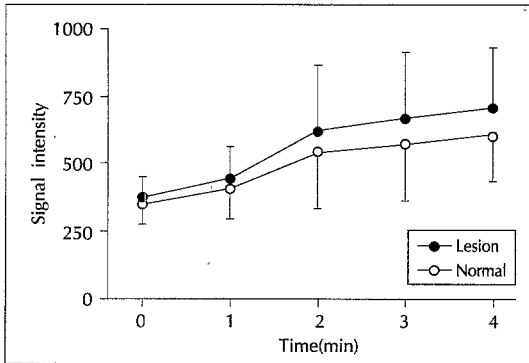
Stage	Level of involvement
<b>Tumor</b>	
Tx	Tumor cannot be assessed
T0	No evidence of tumor
Tis	Carcinoma in situ
T1	Tumor invades the submucosa
T2	Tumor invades the muscularis propria
T3	Tumor invades through the muscularis propria into the subserosa or nonperitonealized pericolic(perirectal) tissues
T4	Tumor invades other organs or structures
<b>Nodes</b>	
Nx	Regional lymph nodes cannot be assessed
N0	No involved lymph nodes
N1	Fewer than four regional nodes positive for tumor
N2	More than four regional nodes positive for tumor
N3	Central nodes positive for tumor

From the American Joint Committee on Cancer(AJCC). Manual for staging of cancer, 4<sup>th</sup> ed. Philadelphia : JB Lippincott, 1992

얻는다. 자기공명영상으로 2명의 방사선과 의사의 의견의 일치로 수술전 병기를 결정한다. 그 병기는 TNM staging system(Table 1)에 따라서 결정되었다. 즉, 대직장벽에 국한된 경우는 T2, 대직장벽을 뚫고 그 주변으로 파급된 경우는 T3, 그리고, 주변장기로 암세포의 침범이 의심될 때는 T4로 진단하였다. 임파절의 경우 자기공명영상에서 그 직경이 4mm가 넘을 때를 전이성 임파절로 판독하였다. 저자들은 정상 장벽 및 암세포로 침범된 대직장벽의 Gd-DTPA 정맥주사 후, 그 조영증강의 세기를 측정하여 조영증강 양상을 관찰하였고, 장벽의 신호강도를 측정하여 그 차이의 정도를 통계적으로 검정(Student *t*-test)하였다. *p*값이 0.05보다 적으면 통계적으로 유의한 것으로 간주하였다. 신호 강도의 정량적인 자료의 평가는 region-of-interest (ROI)법을 사용하였다. 이러한 방법으로 결정된 병변의 수술전 병기는 수술시 관찰 및 수술후 얻어진 조직의 병기와 비교하여 그결과를 검정하였다.

## 결 과

Gd-DTPA의 정맥주사후 정상 대직장벽과 암조직의



**Fig. 1.** Time-intensity curve between the normal colonic wall (○) and cancerous colonic wall(●) obtained from dynamic and delayed MR images after IV Gd-DTPA injection. Signal intensity(SNR ; signal-to-noise ratio) is expressed as the value relative to the background. Signal intensity of the cancerous wall were obtained at the inner highly enhancing layer(areas containing mucosa, submucosa and muscle invaded by cancer cells), and the signal intensities of the normal gastric wall were measured at the inner enhancing layer. Signal intensity differences obtained at the delayed images after IV Gd-DTPA were statistically significant between the cancerous and normal gastric wall(unpaired Student *t*-test,  $p < 0.05$ ).

로 침범된 신호강도의 차이, 즉 조영증강 양상의 양상의 차이는 30, 60, 90, 120초의 영상에서는 통계적인 유의한 차이(Fig. 1,  $p > 0.05$ )가 없었으며, 4~5분의 지연영상에서의 두 대직장벽에서의 신호강도의 차이가 통계적으로 유의하게 검정되었다(Fig. 1, indifferent Student *t*-test,  $p < 0.05$ ). 수술후 병기(pTX)는 3명이 pT2, 21명이 pT3, 4명이 pT4로 진단되었다. 이러한 수술 후 얻은 병기와 역동학적인 자기공명영상으로 수술전에 결정된 병기와의 3명의 pT2 환자중 2명(67%)에서, 21명의 pT3 환자중 19명(90%)에서, 4명의 pT4환자중 4명 모두(100%)에서 연관되는 결과를 나타내었다(Table 2). 자기 공명영상에서 나타나는 장경이 4mm가 넘는 임파절을 양성으로 판별하여 임파절 병기를 판별하였을 때, 28명의 환자중 16명에서 연관되는 결과를 나타내었다(Table 3).

## 결 론

대직장암 특히, 직장암의 예후는 대체로 나쁘다. 수술적 술기의 발달에도 불구하고 지난 수십년간 이는 별로 바뀌지 않았다<sup>11)</sup>. 골반내 재발의 가능성이 낮은 직장암의 경우는 국소적 치료(수술)가 효과적인 반면<sup>12)13)</sup>, 좀더 진행된 병기의 환자에서는 수술전 방사선 치료의 효과적일 수 있다<sup>14)15)</sup>. 따라서, 수술전 정확한 병기결정은 깊은 침윤성 병변의 환자에게는 수술전 방사선 치료를 하도록 결정짓는 역할을 하고 표재성 병변은 팔약근

**Table 2.** Relation between enhancing MRI-determined staging and histopathologic staging at T-factor

Histopathologic T staging	Enhanced MRI-determined T staging			Accuracy
	MRT2	MRT3	MRT4	
pT2	2	1		2/3(75%)
pT3	2	19		19/21(90%)
pT4			4	4/4(100%)

**Table 3.** Metastasis to the regional lymph nodes : enhanced MR versus pathology

Pathologic N staging	Enhanced MRI-determined N staging			
	MRN0	MRN1	MRN2	MRN3
pN0	2	1		
pN1	5	7	2	
pN2		4	5	
pN3				2

을 보전하는 수술을 결정하도록 한다. 대직장암 환자의 국소병기의 수술전 결정은 그동안 대장조영술, 대직장경, 컴퓨터 단층촬영 및 내시경 초음파를 이용하여 왔다. 그러나, 경우에 따라서 각각의 방법은 수술전 국소 침범의 범위를 정확히 결정하기가 힘들었다.

지금까지 컴퓨터단층촬영에 의한 대직장암의 국소 병기결정의 정확도는 약 60~70%로 보고<sup>16)17)</sup>되어 Shank 등<sup>18)</sup>은 원발성 직장암에서 컴퓨터단층촬영이 병기결정에 이용되거나 치료의 지침으로 사용되기에는 미흡하다고 결론을 내리기도 하였다.

최근까지의 자기공명영상을 이용한 대직장암 환자의 병기결정의 정확도는 57~100%까지 보고자마다 다양하며, body-coil을 사용하였을 때는 컴퓨터단층촬영술의 결과와 유사하고<sup>10)</sup>, 경직장코일을 함께 사용한 double surface coil을 적용하였을 때는 약간 정확도가 높아지는 것으로 보고<sup>11)</sup>하고 있다.

여러 저자들의 보고에 의하면, 특정 자기공명촬영 기법으로 진행성 대직장암의 국소 침범범위를 결정하는 도움을 줄 수 있다고 보고하였다<sup>2-5)7-10)</sup>. 특히, 대직장경이 진입할 수 없을 정도로 내경의 협착이 심한 경우, 자기공명촬영술로 높은 국소 침범의 병기결정의 정확성을 보고하기도 하였다<sup>5)8)12)</sup>. 고자장의 자기공명영상의



Fig. 2. T2-staging rectal carcinoma of sixty-one year-old female patient. A well-enhanced polypoid rectal tumor shows that outer low signal intensity band is well preserved(arrows) on delayed axial MR image.

최근 발달로 암조직의 침범정도를 자기공명영상으로 결정하는 것이 가능하게 되었으나, 지금까지는 저자장 또는 중자장의 자기공명영상은 아직 낮은 공간 해상능으로 진단적인 정확도를 증가시키기 위해서는 기법의 향상을 필요로 한 것으로 보고되고 있다<sup>2-5)</sup>. 이에, 본 연구에



Fig. 3. T3-staging sigmoid colon cancer of fifty three year-old female patient. A well-enhanced polypoid cancerous lesion(arrows) on sigmoid colon protrudes into the pericolic fat with interrupting outer low signal intensity band on delayed sagittal MR image.

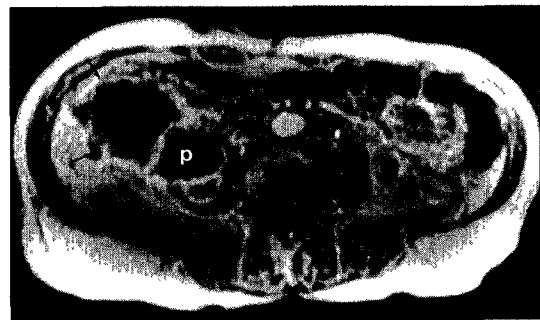


Fig. 4. T4-staging ascending colon cancer of sixty four year-old female patient. A diffusely thickened cancerous lesion(arrows) on ascending colon protrudes out to the pericolic fat with interrupting outer low signal intensity band and invades to the right psoas muscle(p) on delayed axial MR image.

서는 고자장의 자기공명기기(1.5-T Supermagnetic Conducting System, Vision, Erlangen, Germany)를 사용한 빠른 영상기법중 FLASH기법을 사용한 1회의 호흡정지로 호흡에 의한 몸 전체의 인공음영과 장운동에 의한 인공음영을 없애거나 최소화할 수 있었다 (Fig. 2, 3, 4). 본 연구의 결과처럼 body-coil만을 사용한 진행성 대직장암의 국소병기결정의 정확도는 다른 보고자들<sup>3)5)8)10)11)</sup>보다 높은 경향으로 나타난 것은 FLASH 기법과 같이 빠르고 고자장에 의한 많은 주사선(high pixels)의 영상을 적용할 수 있었던 것이 큰 이유로 사료된다. 3명의 pT2 환자중 1명의 오진(overstaging)된 환자(Table 2)는 교령으로 1회의 호흡정지 능이 6초 이내로 호흡에 의한 인공음영을 제거할 수 없었기 때문에 판단된다. 21명의 pT3환자중 2명이 오진(understaging)된 이유는 FLASH기법 자체가 T1-강조 영상으로 인한 대직장 주변의 지방(fat)의 신호강도와 유사하게 압조적으로 침범된 영역이 고신호강도로 나타나기 때문에 판단된다<sup>3)</sup>. pT4의 경우, 이러한 주변장기의 침범에 의한 장기 자체의 구분(outline)이 없어지는 영상으로 나타나기 때문에 대직장 주변의 지방에 의한 고신호 강도도 정확한 진단에는 별 영향을 못 끼친 것으로 사료된다.

임파절 전이의 정확한 기준은 아직 공통된 의견은 없다. 그러나, 지금까지의 보고들<sup>3)6)</sup>에 의하면, 염증성 임파절인 경우 대직장주변의 임파절의 크기가 3~5mm로 측정되었다고 보고하였기에 본 연구에서는 그 중간 값인 4mm를 기준으로 전이성 및 비전이성(염증성) 임파절을 구분하였으며, 그 결과 높지 않은 정확도(16/28)를 보고하게 되었다. 이러한 크기에 의한 임파절의 구분은 대직장벽 주변의 임파절의 상태를 평가하는데 특이도(specificity)를 향상시키기는 하지만, 민감도(sensitivity)는 오히려 감소시키는 결과를 초래할 수 있다<sup>19)</sup>. 따라서, 임파절의 평가는 아직 근본적인 기준을 마련하기가 어렵다.

결론적으로 역동학적 및 지연성 자기공명영상은 대직장암의 병기결정에 도움을 줄 수 있는 유용한 방법일 것으로 사료된다.

## References

- 1) Moss AA : *Imaging of colorectal carcinoma. Radiology* 1989 ; 170 : 308-310
- 2) Pegios W, Vogl TJ, Mack MG, Hnerbein M, Hintze H, Balzer JO, et al : *MRI diagnosis and staging of rectal carcinoma. Abominal Imaging* 1996 ; 21 : 211-218
- 3) Masuku Enchi, Homma H, Mezawa S, Matsuyama T, Watanabe N, Nitsu Y : *Determining depth of invasion of advanced colorectal cancer using MRI short inversion time inversion recovery sequences. J Gastroenterol* 1996 ; 31 : 361-365
- 4) Joosten FBM, Jansen JBM, Joosten HJM, Rosenbusch G : *Staging of rectal carcinoma using MR double surface coil, MR endorectal coil, and intrarectal ultrasound : Correlation with histopathologic findings. JCAT* 1995 ; 19(5) : 752-758
- 5) Thaler W, Watzka S, Martin F, Guardia GL, Psenner K, Bonatti G, Fichtel G, et al : *Preoperative staging of rectal cancer by endoluminal ultrasound vs magnetic resonance imaging. Dis Colon & Rectum* 1994 ; 37 : 1189-1193
- 6) Pema PJ, Bennett WF, Bova JG, Warman P : *CT vs MRI in diagnosis of recurrent rectosigmoid carcinoma. JCAT* 1994 ; 18(2) : 256-261
- 7) McNicholas MMJ, Joyce WP, Dolan J, Gibney RG, McErlaine DP, Hyland J : *Magnetic resonance imaging of rectal carcinoma : a prospective study. British J of Surgery* 1994 ; 81 : 911-914
- 8) Waizer Q, Powsner E, Russo I, Hadar S, Crypton S, Lombrozo R, et al : *Prospective comparative study of magnetic resonance imaging versus transrectal ultrasound for preoperative staging and follow-up of rectal cancer : Preliminary report. Dis Colon Rectum* 1991 ; 34(12) : 1068-1072
- 9) Cohen AM, Tremitterra S, Candela F, Thaler HT, Sigurdson ER : *Prognosis of node-positive colon cancer. Cancer* 1991 : 1859-1861
- 10) Butch RJ, Stark DD, Wittenberg J : *Staging of rectal cancer by MR and CT. AJR* 1986 ; 146 : 1155-1160
- 11) de Lange EE, Fechner RE, Edge SB, Spaulding CA : *Preoperative staging of rectal carcinoma with MR imaging : Surgical and histopathologic correlation. Radiology* 1990 ; 176 : 623-628
- 12) Mosnier H, Guivarc'h M, Meduri B, Fritsch J, Outters F : *Endorectal sonography in the management of rectal villous tumor. Int J Colorectal Dis* 1990 ; 5 : 90-93
- 13) Minsky BD : *Clinical experience with local extension*

1) Moss AA : *Imaging of colorectal carcinoma. Radio-*

- and postoperative radiation therapy for rectal cancer. Dis Colon Rectum 1993 ; 36 : 405-409*
- 14) Mohiuddin M, Ahmad N, Marks G : *A selective approach to adjunctive therapy for cancer of rectum. Int J Radiat Oncol Biol Phys 1993 ; 27 : 765-772*
  - 15) Cummings BJ : *Radiation therapy for colorectal cancer. Surg Clin North Am 1993 ; 73 : 167-181*
  - 16) Thompson WM, Halversen RA, Foster WL, Roberts L, Gibbons R : *Preoperative and postoperative CT staging of rectosigmoid carcinoma. AJR 1986 ; 146 : 703-710*
  - 17) Adalsteinsson B, Glimelius B, Graffman S, Hemmingsson A, Pahlman L : *Computed tomography in staging of rectal carcinoma. Acta Radiol Diagn 1985 ; 26 : 45-55*
  - 18) Shank B, Dershaw DD, Caravelli J, Barth J, Enker W : *A prospective study of the accuracy of preoperative computed tomographic staging of patients with biopsy proven rectal carcinoma. Dis Colon Rectum 1990 ; 33 : 285-290*
  - 19) Schnall MD, Furth EE, Rosato E, Kressel HY : *Rectal tumor stage : Correlation of endorectal MR imaging and pathologic findings. Radiology 1994 ; 190 : 709-714*