



Interpretation of Rectal MRI after Neoadjuvant Treatment in Patients with Rectal Cancer

수술 전 선행보조치료를 받은 직장암 환자의 직장 자기공명영상의 해석

Nieun Seo, MD* , Joon Seok Lim, MD

Department of Radiology, Severance Hospital, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

ORCID iDs

Nieun Seo <https://orcid.org/0000-0001-8745-6454>

Joon Seok Lim <https://orcid.org/0000-0002-0334-5042>

Received January 19, 2023

Revised February 28, 2023

Accepted March 14, 2023

*Corresponding author

Nieun Seo, MD
Department of Radiology,
Yonsei University Medical College,
50-1 Yonsei-ro, Seodaemun-gu,
Seoul 03722, Korea.

Tel 82-2-2228-7400

Fax 82-2-2227-8337

E-mail sldmsdl@yuhs.ac

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

MRI is currently the imaging modality of choice to evaluate rectal cancer after neoadjuvant treatment. The purposes of restaging MRI are to assess the resectability of rectal cancer and to decide whether organ preservation strategies can be applied in patients with a complete clinical response. This review article indicates the key MRI features needed to evaluate rectal cancer after neoadjuvant treatment using a systematic approach. Assessment of primary tumor response including MRI findings to predict a complete response is discussed. Additionally, MRI evaluation of the relationship between the primary tumor and adjacent structures, lymph node response, extramural venous invasion, and tumor deposits after neoadjuvant treatment is presented. Knowledge of these imaging features and their clinical relevance may help radiologists provide an accurate and clinically valuable interpretation of restaging rectal MRI.

Index terms Rectal Cancer; Neoadjuvant Therapy; Magnetic Resonance Imaging

서론

직장암을 포함하는 대장암은 세계적으로 3번째로 흔히 발생하는 암종이며 우리나라에서도 치명률이 성별에 따라 2-3위로 높은 암종이다(1, 2). 직장암의 치료에 있어 근래 다음의 몇 가지 중요한 발전이 있어왔다. 먼저 표준 수술적 치료로서 전체직장간막절제(total mesorectal excision; 이하 TME)를 시행하는 것이 정립되었고(3), 국소재발 가능성이 높은 환자에서 수술 전 보조항암방사선요법을 시행하게 되었다(4). 이러한 수술 전 치료요법으로 치료 반응이 매우 좋아서 완전관해(complete response)가 예측되는 경우에는 TME 대신 국소절제(local excision)를 하거나, 수술

하지 않고 추적관찰(watch and wait) 하는 전략도 시도되고 있다(5, 6). 또한 최근에는 진행된 직장암 환자에서 기존에는 수술 후 시행하던 전신 항암치료를 수술 전에 시행하는 total neoadjuvant therapy (이하 TNT)를 적용하였을 때 미세전이를 조기에 치료할 수 있고, 항암치료에 대한 환자 순응도를 높이며 완전관해율을 향상시킬 수 있다는 보고가 있었다(7, 8).

따라서 수술 전 치료 반응을 정확하게 평가하고 예측하는 것은 적절한 치료 선택 및 환자 예후를 향상시키는데 필수적이다. 전산화단층촬영(이하 CT)은 쉽게 시행할 수 있는 검사이나 연부조직 해상도가 낮고 직장간막(mesorectal fascia)과 괄약근 등의 직장 주요 구조물 평가에 제한이 있어 주로 원격전이 여부를 평가하는데 사용된다. 자기공명영상(이하 MRI)은 연부조직 대조도 및 해상도가 뛰어나며 직장 주위 구조물을 평가하는데 우수하므로 치료 전후 모두 직장암 원발 부위를 평가하는 표준 영상이라 할 수 있다.

본 종설에서는 수술 전 치료 후 직장 MRI에서 치료 반응을 평가하고 장기 보존 전략(organ preservation strategy)의 적응증이 될 수 있는 완전관해를 시사하는 소견에 대해 알아보도록 한다. 수술 전 치료 후 직장 MRI에서 평가해야 할 내용들은 단계적으로 다룸으로써 체계적인 판독에 도움이 되도록 한다. 고해상도 T2 강조영상 기반의 직장 MRI 스캔 방법은 치료 전 MRI와 크게 다르지 않으므로 촬영기법과 관련된 부분은 본 종설에서는 생략하도록 한다.

본문

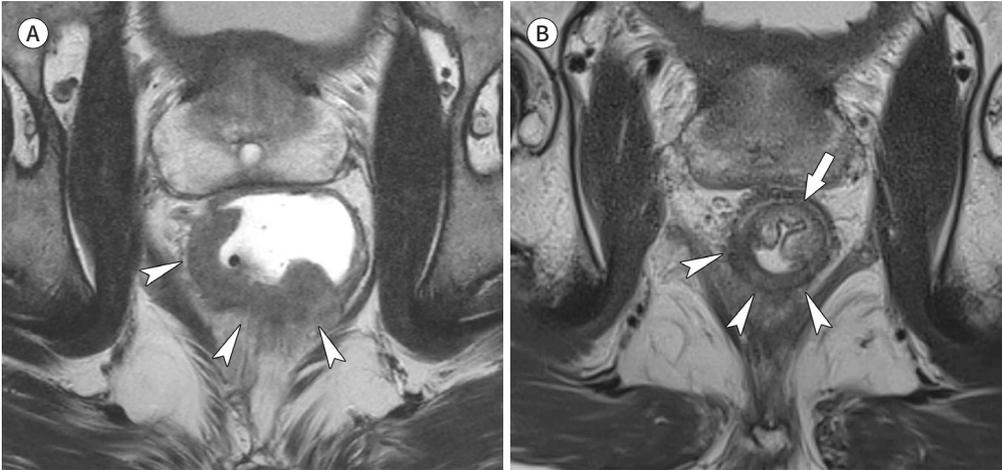
치료 후 MRI를 판독하기에 앞서 환자가 어떤 치료를 받았는지 임상정보를 리뷰하는 것이 중요하며 치료 전 MRI와 면밀히 비교하여 해석하는 것이 중요하다. 선행 방사선화학요법을 종료한 후 직장 MRI를 시행하는 시기에 대해서는 아직 명확히 정립된 것은 없으나, 치료 후 오래 기다릴수록 종양파괴 효과(tumoricidal effect)가 높다고 하므로 최대한 늦게 시행하는 것이 좋다(9). 보통 선행 방사선화학요법 종료 후 8-12주에 MRI를 시행하는 것이 추천된다(10, 11).

치료 관련 소견

항암방사선요법을 시행하면 직장암 및 주변에 다양한 치료 관련 변화가 생길 수 있다. 종양 및 주변 조직에 섬유화(fibrosis)가 생기는 것이 대표적이며, 그 외에도 점막하 부종(submucosal edema)이나 점액성 변화가 생길 수 있다(Fig. 1) (12).

전형적인 직장암은 치료 전 T2 강조영상에서 중간 정도의 신호강도(intermediate signal intensity)를 보이며, 치료 후에는 종양의 크기가 감소하면서 섬유화에 의해 신호강도가 감소하는 것이 특징이다. 섬유화는 주변 정상 직장의 근육층(muscularis propria)의 T2 신호강도보다 비슷하거나 낮은 신호강도를 보이고, 대부분 치료 전 종양의 양상을 따라가므로, 치료 전 MRI와 비교하여 평가하는 것이 중요하다(13). 원발 종양이 있는 부위뿐 아니라 직장간막(mesorectum)에도 반응성 섬유화가 올 수 있다. 치료 후 직장 주변 섬유화나 점막하 부종이 원래 종양이 없던 부위에 새로 생길 수 있는데 이를 새로 생긴 종양으로 오인하지 않아야 한다. 또한 치료 전 종양이 점액성 종양이 아닌

Fig. 1. Submucosal edema after chemoradiation therapy in a 61-year-old male with rectal cancer.
A. Baseline axial T2WI shows a semi-annular rectal mass with perirectal infiltration (arrowheads).
B. Post-treatment axial T2WI shows a marked decrease in the tumor size, with dark fibrosis (arrowheads). There is a newly developed rectal wall thickening at the anterior aspect (arrow), which represents the submucosal edema after treatment. Pathology confirmed total regression.
 T2WI = T2-weighted image



경우에도 치료 후에 점액(mucin)이 생성되어 T2 강조영상에서 고신호강도를 보일 수 있다(14).

원발 암의 치료 반응 평가

치료 반응 평가 시스템

직장암의 치료 반응 평가에는 Magnetic Resonance Imaging and Rectal Cancer European Equivalence Study (이하 MERCURY) study 그룹에서 제안한 tumor regression grade (이하 TRG) 시스템과 European Society of Gastrointestinal and Abdominal Radiology (이하 ESGAR) 학회에서 제안한 시스템이 대표적이다(11, 15, 16). 그리고 2021년 발표된 직장암 환자의 선행보조치료 후 장기 보존에 대한 국제적 권고안에서는 clinical complete response (이하 CR), near CR, poor/incomplete response의 3단계로 구분하여 정의하고 있으며 시스템마다 완전관해의 정의에 약간씩 차이가 있다(Table 1) (5).

MERCURY study 그룹에서 2016년 개정된 MRI 기반의 TRG 체계(이하 mrTRG)는 병리 TRG와 비슷하게 잔존 종양과 섬유화의 비율에 따라 등급을 나눈 것으로, mrTRG는 T2 강조영상에서 중간 신호강도로 보이는 잔존 종양과 낮은 신호강도를 보이는 섬유화의 비율에 따라 정할 수 있다(Fig. 2) (16). mrTRG1-2는 잔존 종양이 뚜렷하지 않고 섬유화만 보이는 상태이며 mrTRG3는 잔존 종양이 있으나 섬유화가 더 많은 경우이다. 기존 연구에 따르면 mrTRG가 다른 인자와 독립적인 예후인자였으며, mrTRG1-3 (반응이 좋은 군)이 mrTRG4-5 (반응이 나쁜 군)보다 유의하게 긴 생존 기간을 보였다(17). 최근 발표된 메타분석에 따르면 병리학적 완전관해에 대한 mrTRG1의 민감도는 32.3%, 특이도는 93.5%로 보고되었고, mrTRG1-2의 민감도는 69.9%, 특이도는 62.2%로 보고되었다(18). mrTRG1을 완전관해에 대한 기준으로 채택할 경우 낮은 민감도로 인해 완전

Table 1. Treatment Response Evaluation Systems

System	Reference	MR Sequence(s)	Response	Description
mrTRG	16	T2WI	Grade 1, complete response	Linear/crescentic thin scar in mucosa or submucosa only
			Grade 2, good response	Dense fibrosis; no obvious residual tumor
			Grade 3, moderate response	> 50% fibrosis and visible intermediate tumor signal
			Grade 4, slight response	> 50% tumor and little/minimal fibrosis
			Grade 5, no response	Intermediate tumor signal and no fibrosis, same appearances as original tumor/tumor regrowth
ESGAR	11	T2WI	Complete response	Completely normalized rectal wall
			Complete or near complete response	Fibrotic wall thickening without clear mass
			Residual mass	Obvious residual viable tumor
Modified TRG	32	T2WI + DWI	Complete regression	No obvious tumor, no diffusion restriction
			Intermediate regression	Dominant fibrosis, diffusion restriction
			Poor regression	Dominant tumor, diffusion restriction
International consensus	5	T2WI + DWI	Completer response	Normal appearing rectal wall or only fibrosis (with limited DWI signal), no suspicious LN
			Near complete response	Predominant fibrosis with obvious decrease in tumor size, no or borderline LN
			Poor/incomplete response	Visible tumor, lack of nodal regression

DWI = diffusion-weighted imaging, ESGAR = European Society of Gastrointestinal and Abdominal Radiology, LN = lymph node, TRG = tumor regression grade, T2WI = T2-weighted imaging

관해인 환자에서 공격적인 치료를 적용할 가능성이 높아지므로 mrTRG1-2를 완전관해의 기준으로 설정하는 것이 적절할 수 있겠다(18-20). 기존 연구들에서 mrTRG 시스템의 판독자 간 일치도는 높지는 않았는데($\kappa = 0.41-0.57$) 이는 T2 강조영상에서 대부분의 섬유화 중에 남아있는 미세한 종양을 구별하기 쉽지 않고, 섬유화와 남아있는 종양의 비율을 5단계로 일관되게 구분하기가 쉽지 않기 때문이다(21, 22).

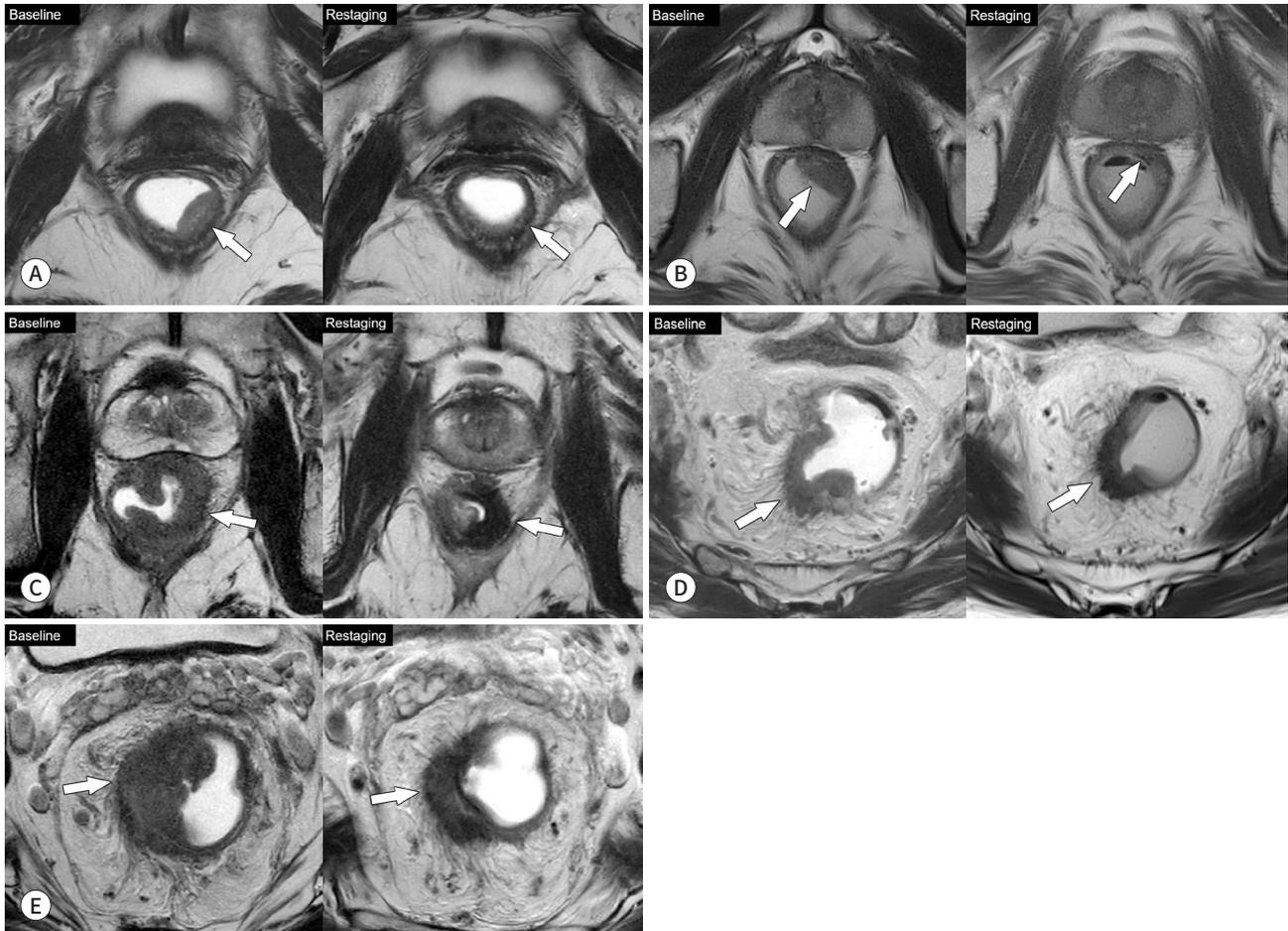
ESGAR 권고안에서는 치료 반응을 3단계로 분류하고 있다. 직장벽이 정상화되어 잔존 종양뿐 아니라 섬유화에 의한 소견조차도 보이지 않는 경우 완전관해를 시사하며, 섬유화만 보이는 경우를 near CR, 그리고 잔존 종양이 있는 것의 3단계로 나누고 있다(11). ESGAR 권고안은 mrTRG에 비해 간단하지만, 실제로 직장벽이 완전히 정상화되는 빈도가 드물어서 이 기준에 따르면 완전관해에 해당하는 환자가 너무 적다는 단점이 있다.

2021년 발표된 직장암 환자의 선행보조치료 후 장기 보존에 대한 국제적 권고안에서는 직장수지검사, 내시경, MRI 소견을 종합하여 치료 반응을 평가할 것을 권고하고 있고, MRI에서 직장벽이 정상화되거나 섬유화만 남아있으며 확산강조영상에서 확산제한 소견이 없고, 임파절 전이가 없는 경우를 완전관해로 정의하고 있다(5). 이 국제적 권고안에서는 완전관해 평가를 위한 MR에서 조영제 사용이 필수가 아니라고 제시하고 있어 T2 강조영상과 확산강조영상의 소견을 활용하여 완전관해를 판정하는 것으로 생각된다.

Fig. 2. mrTRG system.

- A. Compared with the baseline MRI, restaging axial T2WI shows complete normalization of the rectal wall (arrows). Pathology confirmed total regression.
- B. mrTRG 1: restaging axial T2WI shows a thin linear inner scar (arrows). Pathology confirmed total regression.
- C. mrTRG 2: restaging axial T2WI shows dense thick fibrosis at the tumor bed (arrows), without an obvious viable tumor. This patient has been managed with watchful waiting for more than 2 years.
- D. mrTRG 3: restaging axial T2WI shows decreased size of the viable tumor with dominant fibrosis in the tumor bed (arrows). The pathologic TRG according to Mandard was 3.
- E. mrTRG 4: restaging axial T2WI shows an obvious viable residual tumor with minimal fibrosis (arrows). The pathologic TRG according to Mandard was 4.

mrTRG = tumor regression grade, T2WI = T2-weighted image



완전관해를 시사하는 영상 소견

MRI에서 완전관해를 판정할 때 T2 강조영상과 확산강조영상(diffusion-weighted imaging)의 소견을 주로 고려하게 된다. 장기보존 전략을 적용할 수 있는 환자군을 선별하기 위해서는 병리적 완전관해의 가능성이 높은, 즉 양성예측치(positive predictive value; 이하 PPV)가 높은 기준이 필요한데, 현재까지 양성예측치 90% 이상의 정확도를 보이는 소견은 아직 없는 상태이다.

T2 강조영상에서 원래 종양이 있던 부위에 남은 종양이 보이지 않으며 섬유화로 인한 반흔(scar)으로 인해 낮은 신호강도를 보이는 것이 완전관해의 소견이다. 섬유화로 인한 반흔은 원래 종양의 모양과 분포를 따라가기 때문에 치료 전 MRI와 비교하여 판독하여야 한다. 특히 종양과

섬유화가 혼재하는 경우에는 T2 강조영상에서 저신호강도의 섬유화와 중간신호강도의 종양을 눈으로 구분하는 것이 쉽지 않기 때문에 이를 정량화하려는 시도가 있어왔다. T2 volumetry나 T2 signal intensity-volumetry에 대한 연구들이 진행되었으며, 최근 연구에서는 obturator internus muscle의 저신호강도를 기준으로 한 T2 signal intensity-volumetry를 사용하여 병리학적 완전관해를 잘 예측할 수 있었다(area under the curve, 0.831) (23). 앞서 언급하였듯이 직장벽이 완전히 정상화되는 경우는 완전관해를 시사하는 강력한 소견이나 전체 환자의 5% 이하에서만 보이는 드문 소견이다(24). 선형의 얇은 반흔이 내강 쪽으로 위치하는 소견과 원래 종양이 있던 부위가 저신호강도의 장벽 비후를 보이는 소견도 완전관해의 가능성이 높은 소견이다(25, 26).

Split scar sign은 T2 강조영상에서 반흔의 형태학적 특성에 초점을 둔 영상 소견으로 완전관해를 시사하는 소견으로 제시되었다(Fig. 3) (27). 내강 안쪽의 규칙적인 저신호강도 층과 중간의 균질한 중간신호강도 층, 그리고 바깥쪽의 저신호강도 층이 있으면 split scar sign 양상으로 정의할 수 있고, 바깥층의 저신호강도는 T2 이하 병기에서는 없을 수 있다. 바깥층에 혈관으로 생각되는 구조물이 관통하는 것은 상관없으나, tumor로 의심되는 중간신호강도에 의해 안쪽 혹은 바깥쪽 층이 깨지면 split scar sign 음성으로 정의한다. 이러한 소견은 완전관해에 대한 특이도가 79%–97% 정도로 높았으며 민감도는 36%–64%로 상대적으로 낮았다(22, 27). Split scar sign을 처음 제안한 저자들은 안쪽의 저신호강도는 섬유화된 점막하층을, 중간의 중간신호강도 층은 두꺼워지고 섬유화된 고유근층(muscularis propria)을, 바깥쪽의 저신호강도층은 직장 주위 지방층의 섬유화를 의미하는 것으로 정의하였다. 하지만 split scar sign을 보인 환자 중 일부에서만 병리 소견이 평가되었으므로 이러한 해석에는 주의가 필요할 것으로 보인다(27). 최근 시행된 다기관 연구에서는 mrTRG나 확산강조영상 소견에 비하여 split scar sign에 대한 판독자 간 일치도가 낮았으며($\kappa=0.18$) (22), 재현성 있는 판독을 위해서는 이 소견에 대한 인지와 충분한 합의가 있어야 할 것으로 보인다.

확산강조영상에서는 높은 b value 영상에서 원래 종양이 있던 부위에 고신호강도를 보이고 낮은 겔보기확산계수(apparent diffusion coefficient; 이하 ADC)를 보이면 잔존 종양이 있는 것으

Fig. 3. Positive split scar sign in a 73-year-old female with rectal cancer.

A. Baseline axial T2WI shows an annular rectal mass (arrowheads) with positive EMVI (arrow).

B, C. Restaging axial T2WI (**B**) and a schematic diagram (**C**) show an inner layer with linear regular hypointensity, a middle layer with a homogeneous intermediate signal intensity, and an outer layer with hypointensity, which are suggestive of a positive split scar sign (arrowhead). Presumed EMVI is also much decreased (arrow). Pathology confirmed total regression with negative lymphovascular invasion.

EMVI = extramural venous invasion, T2WI = T2-weighted image



로 정의하고, 이러한 소견이 없으면 완전관해를 시사하는 소견이 된다. 한 메타분석에 따르면, T2 강조영상만을 사용하였을 때는 잔존 종양에 대한 특이도는 91.2%로 높았으나 민감도는 50.4%로 낮았다. 확산강조영상을 추가하였을 때는 민감도가 83.6%로 증가하였고, 특이도가 84.8%로 다소 감소하였으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다(28). 따라서 전반적으로 확산강조영상과 같이 평가하면 T2 강조영상 단독보다 치료 반응을 더 잘 평가할 수 있고 완전관해에 대한 진단능도 향상시킬 수 있겠다(28-30). T2 강조영상과 확산강조영상을 어떻게 조합하여 해석할 것인가에 대해서는 아직 명확히 정립된 것은 없으나 T2 강조영상 및 확산강조영상에서 모두 완전관해의 소견을 보일 때 완전관해로 판정하는 것이 완전관해에 대한 양성예측치(PPV)를 높일 수 있다는 보고가 있다(31).

T2 강조영상과 확산강조영상 소견을 조합하여 치료 반응을 3단계로 구분한 modified mrTRG 시스템은 기존의 mrTRG와 비교하여 완전관해에 대한 정확도가 높았고(72.9% vs. 38.1%) 평가자 간 일치도도 더 높았다(32). 다른 연구에서는 T2 강조영상에서 종양의 형태학적 특성과 확산강조영상 소견 및 분포를 조합하여 4가지 패턴으로 나누어 분석하였을 때 잔존 종양 진단에 대한 전체 정확도가 88%, 민감도 94%, 특이도 77%로 우수한 성능을 보이는 것을 보고하였다(29). 이 연구에 따르면 T2 강조영상에서 바깥쪽 경계가 불규칙하거나 침상형(spiculated)의 섬유화를 보이는 경우 확산제한 소견이 없더라도 병리 소견상 종양이 남아있을 수 있어 이 경우 특히 확산강조영상의 해석에 주의가 필요하다고 하였다(29). 이는 치료 후 매우 작은 종양이 섬유화 곳곳에 산재하는 형태로 남아있을 경우 확산강조영상에서 정확히 평가하기 어렵기 때문이다(29).

직장 MRI의 확산강조영상의 해석에 있어 주의할 점으로는 크게 1) 자화율 허상(susceptibility artifact), 2) T2 shine through, 3) T2 dark through 현상이 있다(33). 먼저 직장 내 공기로 인한 자화율 허상이 병변의 평가를 어렵게 할 수 있으므로 가능한 자화율 허상이 적은 영상을 획득하는 것이 중요하다. 일부 연구에서 microenema 등이 자화율 허상을 감소시키는데 도움이 된다는 보고가 있다(34). ‘T2 shine through’ 현상은 조직의 T2 이완시간이 길어서 실제로 확산제한이 없음에도 high b value 영상에서 고신호강도를 보이는 현상으로 직장 MRI에서는 주로 내강의 액체나 젤에 의해서 발생하는 경우가 많다(Fig. 4). ‘T2 shine through’ 현상은 ADC map에서도 고신호강도를 보이고 치료 전 종양의 모양 및 위치와 유사하지 않다는 점에서 잔존 종양에 의한 확산제한과 구별할 수 있다. 또한 점액성 종양(mucinous tumor)에서도 T2 고신호강도를 보이는 점액 성분 때문에 ‘T2 shine through’ 현상을 보일 수 있다. 마지막으로 ‘T2 dark through’ 혹은 ‘T2 black out’ 현상은 섬유화로 인해 T2 이완시간이 짧아지면서 T2 강조영상뿐 아니라 확산강조영상, ADC map에서 모두 저신호강도를 보이는 소견이다(Fig. 4) (13). 따라서 ADC map에서의 저신호강도가 있다고 해서 항상 잔존 종양을 시사하는 소견이 아니며, 해당되는 부위에 높은 b value 영상에서의 고신호강도가 있을 때에만 종양을 시사하는 소견이라고 할 수 있다.

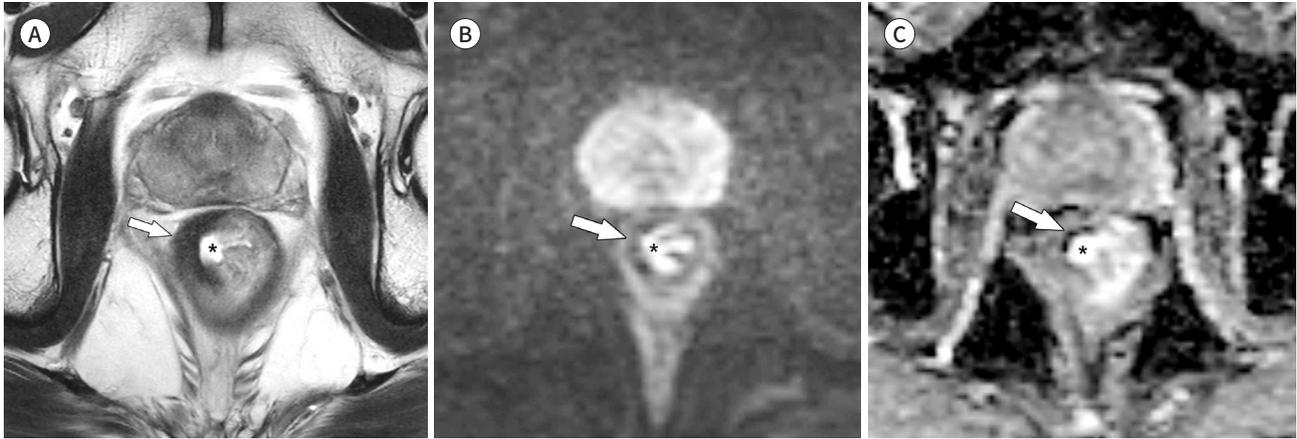
원발 암과 주변 구조물과의 관계 평가

치료 후 잔존 종양과 섬유화 변화, 그리고 주변 구조물과의 관계를 평가하는 것은 수술을 고려함에 있어 매우 중요하다. 직장 주위에 있는 가장 중요한 구조물 중 하나는 mesorectal fascia (이

Fig. 4. DWI in a 58-year-old male with rectal cancer.

A-C. Restaging axial T2-weighted image (**A**) shows thick rectal wall fibrosis with corresponding hypointensity on DWI (**B**) and the apparent diffusion coefficient map (**C**) (arrows), demonstrating the T2-dark though effect. (*) in (**A-C**) shows the T2-shine through effect due to gel within the rectal lumen. Pathology confirmed total regression.

DWI = diffusion-weighted image



하 MRF)이며, TME시 이 면을 따라 절제하게 되기 때문에 circumferential resection margin이라고 부른다. 수술 후 병리에서 CRM 침범이 있는 경우 국소재발이 증가한다고 알려져 있기 때문에 수술 전 종양과 CRM과의 관계를 정확하게 파악해야 한다(35). National Comprehensive Cancer Network (NCCN) 가이드라인에서는 종양이 가장 바깥으로 많이 침범된 부위와 MRF와의 거리가 1 mm 이하면 침범이 있는 것으로 정의하고 있고, 하부 1/3에 위치하는 직장암의 경우에 항문올림근(levator ani)와의 거리가 1 mm 이하이면 CRM 침범이 있는 것으로 간주한다(36). 그리고 항문관에 있는 병변의 경우에는 intersphincteric plane 이상으로 종양이 침범되면 CRM 침범으로 간주한다.

치료 전 MRI에서 CRM 진단에 대한 정확도가 높은 것과는 달리, 선행보조요법 치료 후에는 MRI에서 CRM 침범에 대한 양성예측치가 30%~50% 정도로 낮다(37-39). 이는 섬유화에 의한 소견이 MRF와 인접해 있을 때 단순 섬유화와 잔존 종양이 일부 포함된 섬유화를 MRI에서 구분하기 쉽지 않아 CRM 침범을 전반적으로 과평가(overestimation)하는 경향이 있기 때문이다. 최근 연구에 따르면 약 30%의 환자에서 MRI가 CRM 침범을 과진단하는 경향이 있었고 특히 종양이 앞쪽에 위치할 때와 항문피부선(anal verge)에 가까운 하부 직장에 있을 때, MRI의 정확도가 낮았다(39).

이러한 문제들을 극복하고자 선행보조치료 후에는 MRF와 종양과의 거리 외에도 다른 요소들을 같이 고려하여 CRM을 평가하는 접근이 유용할 수 있다. 예를 들면 병변과 인접하는 MRF의 비후가 있거나 MRF 침범이 의심되는 부위에 확산 제한 소견이 동반되어 있다면 CRM 진단에 대한 MRI의 정확도를 향상시킬 수 있다는 보고가 있다(Fig. 5) (40, 41).

임파절 반응 평가

선행보조치료요법 이후에 임파절 전이 여부를 판단하는 것은 치료 전보다 치료 후 MRI의 진단

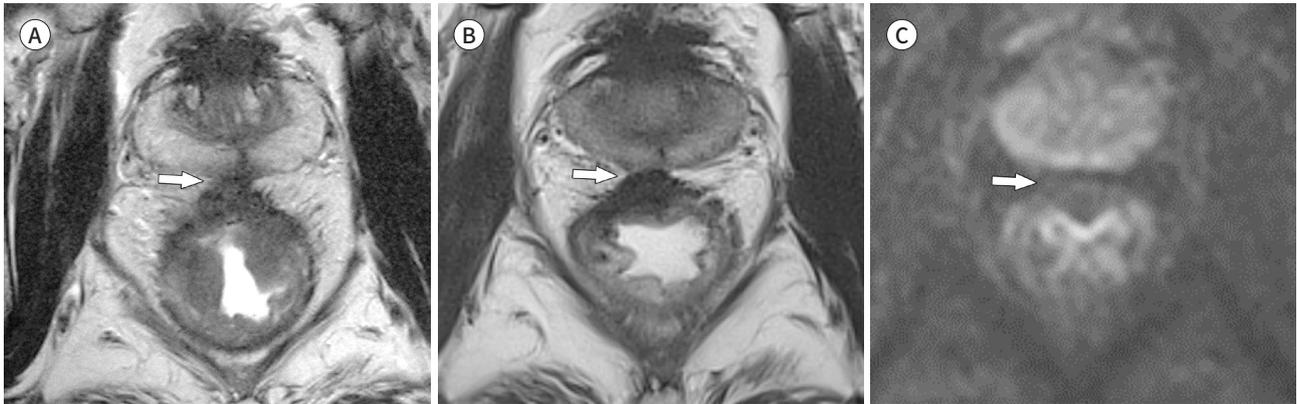
Fig. 5. Assessment of mesorectal fascia in a 62-year-old male with rectal cancer.

A. Baseline axial T2WI shows an annular rectal mass invading mesorectal fascia (arrow) at the prostatic side.

B. Restaging axial T2WI shows hypointensity of perirectal infiltration still abutting mesorectal fascia (arrow).

C. Restaging diffusion-weighted imaging shows no diffusion restriction at the perirectal infiltration (arrow). Surgical pathology confirmed a clear circumferential resection margin, and the pathologic tumor regression grade according to Mandard was 3.

T2WI = T2-weighted image



적 성능이 좋으며 ypN0에 대한 음성예측치가 95%까지 보고되어 있다(42). 치료 전 MRI에서는 임파절의 크기뿐 아니라 불규칙한 경계, 비균질한 신호강도 등의 형태학적 특징을 고려하여 평가하지만, 치료 후 MRI에서는 크기만을 고려하여 진단하게 된다(42, 43). 치료 후 임파절은 크기가 작아지거나 완전히 소실되는 형태로 반응을 보인다. 직장간막(mesorectum)에 있는 임파절의 경우 치료 후 단경이 5 mm 이하로 감소하면 음성으로 정의한다(11). 확산강조영상의 경우 높은 b value 영상에서 정상 임파절이나 전이성 임파절 모두 고신호강도를 보일 수 있으므로, 치료 후 확산강조영상에서 고신호강도가 남아있다고 하여 전이성 임파절로 판정하기는 어렵다. 반대로 높은 b value 영상에서 고신호강도를 보이는 임파절이 소실된 경우에는 임파절 자체가 사라지거나 아주 작아졌을 가능성이 높으므로 완전관해 되었을 가능성이 높겠다(44).

가측 골반 임파절(lateral pelvic lymph node)은 일반적인 TME에서 절제되지 않으므로 이 부위의 임파절은 mesorectal lymph node (이하 LN)과 따로 평가하여 판독하는 것이 중요하다. Lateral pelvic LN은 크게 internal iliac, obturator, external iliac station으로 나눌 수 있으며 이 중 external iliac LN은 원격 임파절로 간주한다. 가측 골반 임파절의 전이 여부를 평가할 때에는 치료 전후 모두 형태학적 기준보다는 크기 기준을 적용하며, 연구마다 그 기준에는 약간 차이가 있을 수 있다. 치료 전에는 단경 7 mm 이상인 경우 임파절 전이로 간주하고(45), 치료 후에는 internal iliac LN의 경우 단경 4 mm 이상, obturator LN의 경우 6 mm 이상인 경우 전이의 가능성이 높다는 보고가 있다(Fig. 6) (46). Internal iliac LN 전이는 국소재발과 관련이 있으며 obturator LN은 더 진행된 병기 및 원격 전이와 관련성이 높다는 보고가 있다(46).

EMVI 평가

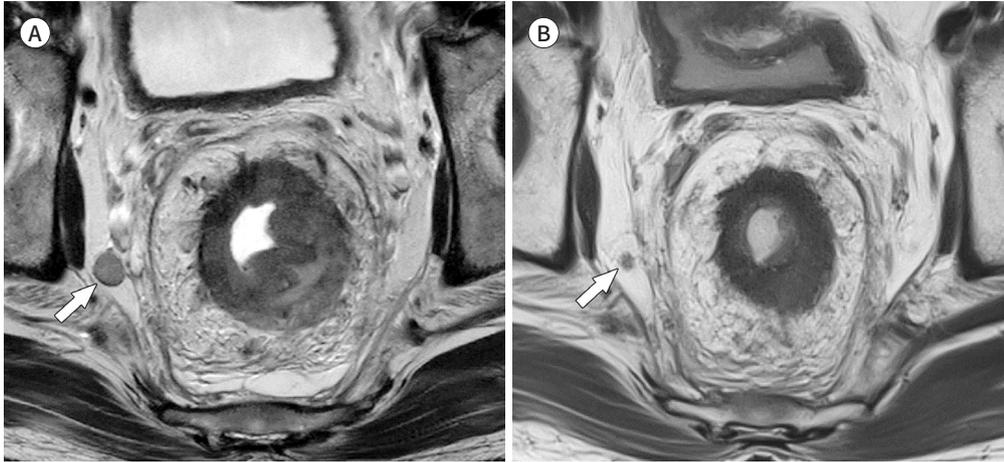
Extramural venous invasion (이하 EMVI)은 고유근육층(muscularis propria) 바깥의 혈관

Fig. 6. Assessment of lateral pelvic LN in a 62-year-old male with rectal cancer.

A. Baseline axial T2WI shows a 9-mm enlarged LN in the right internal iliac area (arrow), suspicious for metastasis.

B. Restaging axial T2WI shows decreased size of the right internal iliac LN (3 mm, arrow). The patient did not undergo lateral pelvic LN dissection and has been followed up without recurrence for more than 3 years.

LN = lymph node, T2WI = T2-weighted image



에 종양이 존재하는 것으로 T2 강조영상에서는 종양과 유사한 중간신호강도가 mesorectum의 혈관내에 관찰되면 진단할 수 있다(47). MRI에서 종양이 단지 혈관에 가깝게 위치하는 것은 EMVI로 진단하지 않으며 혈관내로 종양이 들어가는 소견이 있어야 진단할 수 있다(47). EMVI는 현재 TNM 병기 시스템에 포함되어 있지는 않으나 직장암 환자의 중요한 예후인자임이 여러 연구에서 밝혀지고 있다(48-50). 치료 전 MRI에서 EMVI 소견이 있으면 무질병생존 및 전체 생존 기간이 감소하고 동시 전이(synchronous metastasis)가 더 흔한 것으로 되어 있다. 선행보조치료 후에도 EMVI 양성 소견이 있으면 무질병생존 기간이 감소하고 절제면에 종양이 남을 가능성이 높다(48). 또한 치료 전 MRI에서 보이던 EMVI 소견이 선행보조치료 후에 소실된다면 EMVI가 남아 있는 환자군보다 예후가 좋다는 보고가 있다(50).

치료 후에 EMVI를 평가함에 있어 치료 후 EMVI의 종양 성분도 섬유화 변화를 보이는 것에 기반하여 EMVI-specific regression grading scale (이하 vTRG) 시스템을 적용할 수 있다(Fig. 7) (51). vTRG 시스템에서는 혈관내 종양성분의 섬유화 정도에 따라 score 1 (혈관내 종양성분이 모두 섬유화로 대체됨), score 2 (50%–75% 섬유화로 대체됨), score 3 (25%–49% 섬유화로 대체됨), score 4 (25% 미만으로 섬유화로 대체됨), score 5 (섬유화 거의 없음)로 나누었으며, EMVI 내에 섬유화가 50% 미만인 경우(score 4–5)를 EMVI 양성으로 정의하였을 때 50% 이상으로 섬유화가 진행된 환자군에 비해 생존 기간이 짧았다(51). 또한 확산강조영상 소견을 같이 고려하면 치료 후 EMVI 평가에 대한 MRI의 정확도를 향상시킬 수 있다는 보고가 있다(52).

Tumor Deposit 평가

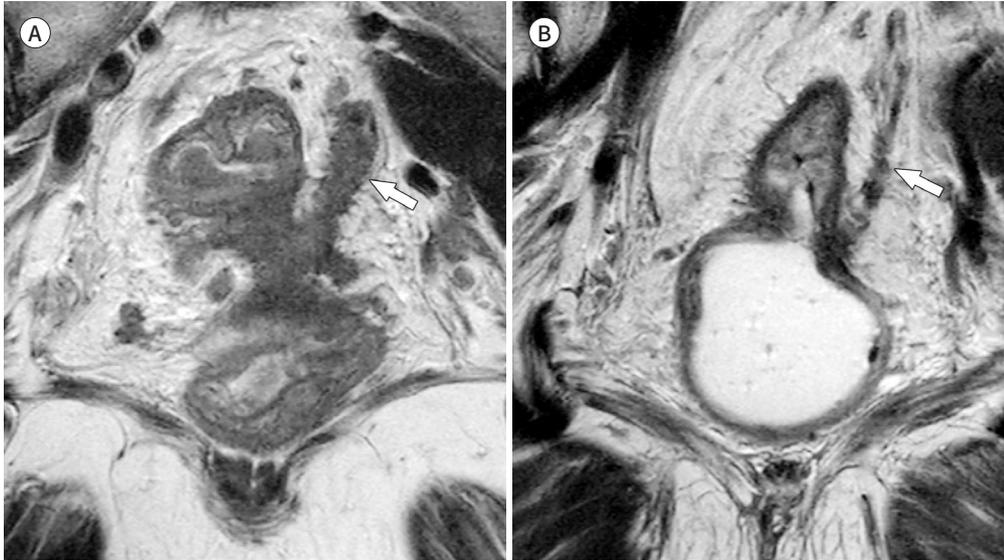
Tumor deposit은 직장간막에 있는 불규칙한 종양으로 원발 직장암과 떨어져 있어야 하며 조직

Fig. 7. Assessment of EMVI in a 37-year-old female with rectal cancer.

A. Baseline coronal T2WI shows mid-rectal cancer with a contiguous intermediate signal into the left mesorectal vessel, suggestive of EMVI (arrow).

B. Restaging coronal T2WI shows decreased volume and a dark T2 signal intensity of previous EMVI, mostly replaced by fibrosis (arrow). Surgical pathology confirmed negative EMVI.

EMVI = extramural venous invasion, T2WI = T2-weighted image



학적으로 임파절의 증거가 없으면서 원발암의 임프관 배액 경로에 있는 종양 조직을 의미한다(36). Tumor deposit은 임파절 전이보다 예후가 좋지 않아 TNM 병기에서 pN1c로 따로 분류하여 정의하고 있다(36, 53). 병리조직에서뿐 아니라 치료 전후 MRI에서 평가한 tumor deposit 자체도 나쁜 예후인자로 보고되어 있다(54, 55).

하지만 tumor deposit의 MRI 소견은 상대적으로 잘 알려져 있지 않고 아직 전문가 간 의견 일치가 부족한 상태이다. MRI상 tumor deposit은 전이성 임파절이나 EMVI 소견과 구별이 어려울 수 있다. 한 연구 그룹에서는 MRI에서의 tumor deposit이 discontinuous EMVI와 유사한 소견이며, 원발 직장암과 떨어진 mesorectum에 있는 불규칙한 결절로 혈관 경로를 침범하는 소견으로 정의하였다(54, 56). 전향적 연구를 통해 이러한 소견에 대한 수술 병리와의 비교를 통한 검증이 필요하겠다. 또한 제시된 tumor deposit의 MRI 소견에 대한 연구자 간 일치도가 연구마다 상이하게 보고되어($\kappa = 0.35-0.83$) 추후 이 소견에 대한 전문가 간 합의가 필요할 것으로 생각된다(54, 55).

결론

이번 종설에서는 직장암 환자의 선행보조치료 후 직장 MRI의 판독법과 고려 사항에 대해 다루었다. 특히 TNT 등의 치료 도입으로 선행보조치료 후 완전관해를 보이는 환자의 비율이 앞으로 더 늘어날 것으로 기대되며, 수술 전 MRI에서 완전관해를 정확하게 예측하여 장기 보존 술식이나 추적관찰을 적용할 수 있는 환자를 선별하는 것이 더욱 중요해질 것으로 생각된다. 원발 종양에

대한 평가뿐 아니라 임파절, CRM과의 관계 평가, EMVI, tumor deposit 등 수술 계획 및 예후에 영향을 미치는 인자들에 대한 체계적인 평가가 중요하며, tumor deposit의 MRI 소견에 대해서는 추후 연구가 더 필요하리라 생각된다.

Supplementary Materials

English translation of this article is available with the Online-only Data Supplement at <https://doi.org/10.3348/jksr.2023.0007>.

Author Contributions

Conceptualization, all authors; data curation, S.N.; investigation, all authors; supervision, all authors; writing—original draft, S.N.; and writing—review & editing, all authors.

Conflicts of Interest

The authors have no potential conflicts of interest to disclose.

Funding

None

Acknowledgments

Medical Illustration & Design (MID), a part of the Medical Research Support Services of Yonsei University College of Medicine, for providing support with medical illustration.

REFERENCES

1. Jung KW, Won YJ, Kang MJ, Kong HJ, Im JS, Seo HG. Prediction of cancer incidence and mortality in Korea, 2022. *Cancer Res Treat* 2022;54:345-351
2. Bray F, Ferlay J, Soerjomataram I, Siegel RL, Torre LA, Jemal A. Global cancer statistics 2018: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA Cancer J Clin* 2018;68:394-424
3. Heald RJ, Ryall RD. Recurrence and survival after total mesorectal excision for rectal cancer. *Lancet* 1986;1:1479-1482
4. Sauer R, Becker H, Hohenberger W, Rödel C, Wittekind C, Fietkau R, et al. Preoperative versus postoperative chemoradiotherapy for rectal cancer. *N Engl J Med* 2004;351:1731-1740
5. Fokas E, Appelt A, Glynne-Jones R, Beets G, Perez R, Garcia-Aguilar J, et al. International consensus recommendations on key outcome measures for organ preservation after (chemo)radiotherapy in patients with rectal cancer. *Nat Rev Clin Oncol* 2021;18:805-816
6. Maas M, Beets-Tan RG, Lambregts DM, Lammering G, Nelemans PJ, Engelen SM, et al. Wait-and-see policy for clinical complete responders after chemoradiation for rectal cancer. *J Clin Oncol* 2011;29:4633-4640
7. Kong JC, Soucisse M, Michael M, Tie J, Ngan SY, Leong T, et al. Total neoadjuvant therapy in locally advanced rectal cancer: a systematic review and metaanalysis of oncological and operative outcomes. *Ann Surg Oncol* 2021;28:7476-7486
8. Kasi A, Abbasi S, Handa S, Al-Rajabi R, Saeed A, Baranda J, et al. Total neoadjuvant therapy vs standard therapy in locally advanced rectal cancer: a systematic review and meta-analysis. *JAMA Netw Open* 2020;3:e2030097
9. Cummings BJ, Rider WD, Harwood AR, Keane TJ, Thomas GM. Radical external beam radiation therapy for adenocarcinoma of the rectum. *Dis Colon Rectum* 1983;26:30-36
10. Seo N, Kim H, Cho MS, Lim JS. Response assessment with MRI after chemoradiotherapy in rectal cancer: current evidences. *Korean J Radiol* 2019;20:1003-1018
11. Beets-Tan RG, Lambregts DM, Maas M, Bipat S, Barbaro B, Curvo-Semedo L, et al. Magnetic resonance imaging for clinical management of rectal cancer: updated recommendations from the 2016 European Society of Gastrointestinal and Abdominal Radiology (ESGAR) consensus meeting. *Eur Radiol* 2018;28:1465-1475

12. Almeida RR, Souza D, Matalon SA, Hornick JL, Lee LK, Silverman SG. Rectal MRI after neoadjuvant chemoradiation therapy: a pictorial guide to interpretation. *Abdom Radiol (NY)* 2021;46:3044-3057
13. Lambregts DMJ, Boellaard TN, Beets-Tan RGH. Response evaluation after neoadjuvant treatment for rectal cancer using modern MR imaging: a pictorial review. *Insights Imaging* 2019;10:15
14. Wnorowski AM, Menias CO, Pickhardt PJ, Kim DH, Hara AK, Lubner MG. Mucin-containing rectal carcinomas: overview of unique clinical and imaging features. *AJR Am J Roentgenol* 2019;213:26-34
15. Patel UB, Brown G, Rutten H, West N, Sebag-Montefiore D, Glynne-Jones R, et al. Comparison of magnetic resonance imaging and histopathological response to chemoradiotherapy in locally advanced rectal cancer. *Ann Surg Oncol* 2012;19:2842-2852
16. Bhoday J, Smith F, Siddiqui MR, Balyasnikova S, Swift RI, Perez R, et al. Magnetic resonance tumor regression grade and residual mucosal abnormality as predictors for pathological complete response in rectal cancer postneoadjuvant chemoradiotherapy. *Dis Colon Rectum* 2016;59:925-933
17. Patel UB, Taylor F, Blomqvist L, George C, Evans H, Tekkis P, et al. Magnetic resonance imaging-detected tumor response for locally advanced rectal cancer predicts survival outcomes: MERCURY experience. *J Clin Oncol* 2011;29:3753-3760
18. Jang JK, Choi SH, Park SH, Kim KW, Kim HJ, Lee JS, et al. MR tumor regression grade for pathological complete response in rectal cancer post neoadjuvant chemoradiotherapy: a systematic review and meta-analysis for accuracy. *Eur Radiol* 2020;30:2312-2323
19. Battersby NJ, Dattani M, Rao S, Cunningham D, Tait D, Adams R, et al. A rectal cancer feasibility study with an embedded phase III trial design assessing magnetic resonance tumour regression grade (mrTRG) as a novel biomarker to stratify management by good and poor response to chemoradiotherapy (TRIGGER): study protocol for a randomised controlled trial. *Trials* 2017;18:394
20. Sclafani F, Brown G, Cunningham D, Wotherspoon A, Mendes LST, Balyasnikova S, et al. Comparison between MRI and pathology in the assessment of tumour regression grade in rectal cancer. *Br J Cancer* 2017;117:1478-1485
21. Siddiqui MR, Gormly KL, Bhoday J, Balyasnikova S, Battersby NJ, Chand M, et al. Interobserver agreement of radiologists assessing the response of rectal cancers to preoperative chemoradiation using the MRI tumour regression grading (mrTRG). *Clin Radiol* 2016;71:854-862
22. El Khababi N, Beets-Tan RGH, Tissier R, Lahaye MJ, Maas M, Curvo-Semedo L, et al. Comparison of MRI response evaluation methods in rectal cancer: a multicentre and multireader validation study. *Eur Radiol* 2022 Dec 28 [Epub]. <https://doi.org/10.1007/s00330-022-09342-w>
23. Kim S, Han K, Seo N, Kim HJ, Kim MJ, Koom WS, et al. T2-weighted signal intensity-selected volumetry for prediction of pathological complete response after preoperative chemoradiotherapy in locally advanced rectal cancer. *Eur Radiol* 2018;28:5231-5240
24. Dresen RC, Beets GL, Rutten HJ, Engelen SM, Lahaye MJ, Vliegen RF, et al. Locally advanced rectal cancer: MR imaging for restaging after neoadjuvant radiation therapy with concomitant chemotherapy. Part I. Are we able to predict tumor confined to the rectal wall? *Radiology* 2009;252:71-80
25. Jia X, Zhang Y, Wang Y, Feng C, Shen D, Ye Y, et al. MRI for restaging locally advanced rectal cancer: detailed analysis of discrepancies with the pathologic reference standard. *AJR Am J Roentgenol* 2019;213:1081-1090
26. Park SH, Cho SH, Choi SH, Jang JK, Kim MJ, Kim SH, et al. MRI assessment of complete response to preoperative chemoradiation therapy for rectal cancer: 2020 guide for practice from the Korean Society of Abdominal Radiology. *Korean J Radiol* 2020;21:812-828
27. Santiago I, Barata M, Figueiredo N, Parés O, Henriques V, Galzerano A, et al. The split scar sign as an indicator of sustained complete response after neoadjuvant therapy in rectal cancer. *Eur Radiol* 2020;30:224-238
28. van der Paardt MP, Zagers MB, Beets-Tan RG, Stoker J, Bipat S. Patients who undergo preoperative chemoradiotherapy for locally advanced rectal cancer restaged by using diagnostic MR imaging: a systematic review and meta-analysis. *Radiology* 2013;269:101-112
29. Lambregts DMJ, Delli Pizzi A, Lahaye MJ, van Griethuysen JJM, Maas M, Beets GL, et al. A pattern-based approach combining tumor morphology on MRI with distinct signal patterns on diffusion-weighted imaging to assess response of rectal tumors after chemoradiotherapy. *Dis Colon Rectum* 2018;61:328-337
30. Lambregts DM, Vandecaveye V, Barbaro B, Bakers FC, Lambrecht M, Maas M, et al. Diffusion-weighted MRI for selection of complete responders after chemoradiation for locally advanced rectal cancer: a multicenter study. *Ann Surg Oncol* 2011;18:2224-2231

31. Jang JK, Lee CM, Park SH, Kim JH, Kim J, Lim SB, et al. How to combine diffusion-weighted and T2-weighted imaging for MRI assessment of pathologic complete response to neoadjuvant chemoradiotherapy in patients with rectal cancer? *Korean J Radiol* 2021;22:1451-1461
32. Lee MA, Cho SH, Seo AN, Kim HJ, Shin KM, Kim SH, et al. Modified 3-point MRI-based tumor regression grade incorporating DWI for locally advanced rectal cancer. *AJR Am J Roentgenol* 2017;209:1247-1255
33. Horvat N, El Homsy M, Miranda J, Mazaheri Y, Gollub MJ, Paroder V. Rectal MRI interpretation after neoadjuvant therapy. *J Magn Reson Imaging* 2023;57:353-369
34. van Griethuysen JJM, Bus EM, Hauptmann M, Lahaye MJ, Maas M, Ter Beek LC, et al. Gas-induced susceptibility artefacts on diffusion-weighted MRI of the rectum at 1.5 T – Effect of applying a micro-enema to improve image quality. *Eur J Radiol* 2018;99:131-137
35. Taylor FG, Quirke P, Heald RJ, Moran BJ, Blomqvist L, Swift IR, et al. Preoperative magnetic resonance imaging assessment of circumferential resection margin predicts disease-free survival and local recurrence: 5-year follow-up results of the MERCURY study. *J Clin Oncol* 2014;32:34-43
36. Benson AB, Venook AP, Al-Hawary MM, Azad N, Chen YJ, Ciombor KK, et al. Rectal cancer, version 2.2022, NCCN clinical practice guidelines in oncology. *J Natl Compr Canc Netw* 2022;20:1139-1167
37. Vliegen RF, Beets GL, Lammering G, Dresen RC, Rutten HJ, Kessels AG, et al. Mesorectal fascia invasion after neoadjuvant chemotherapy and radiation therapy for locally advanced rectal cancer: accuracy of MR imaging for prediction. *Radiology* 2008;246:454-462
38. Kulkarni T, Gollins S, Maw A, Hobson P, Byrne R, Widdowson D. Magnetic resonance imaging in rectal cancer downstaged using neoadjuvant chemoradiation: accuracy of prediction of tumour stage and circumferential resection margin status. *Colorectal Dis* 2008;10:479-489
39. Yuval JB, Thompson HM, Firat C, Verheij FS, Widmar M, Wei IH, et al. MRI at restaging after neoadjuvant therapy for rectal cancer overestimates circumferential resection margin proximity as determined by comparison with whole-mount pathology. *Dis Colon Rectum* 2022;65:489-496
40. Park MJ, Kim SH, Lee SJ, Jang KM, Rhim H. Locally advanced rectal cancer: added value of diffusion-weighted MR imaging for predicting tumor clearance of the mesorectal fascia after neoadjuvant chemotherapy and radiation therapy. *Radiology* 2011;260:771-780
41. Kim KH, Park MJ, Lim JS, Kim NK, Min BS, Ahn JB, et al. Circumferential resection margin positivity after preoperative chemoradiotherapy based on magnetic resonance imaging for locally advanced rectal cancer: implication of boost radiotherapy to the involved mesorectal fascia. *Jpn J Clin Oncol* 2016;46:316-322
42. Lahaye MJ, Beets GL, Engelen SM, Kessels AG, de Bruïne AP, Kwee HW, et al. Locally advanced rectal cancer: MR imaging for restaging after neoadjuvant radiation therapy with concomitant chemotherapy. Part II. What are the criteria to predict involved lymph nodes? *Radiology* 2009;252:81-91
43. Perez RO, Pereira DD, Proscurshim I, Gama-Rodrigues J, Rawet V, São Julião GP, et al. Lymph node size in rectal cancer following neoadjuvant chemoradiation—can we rely on radiologic nodal staging after chemoradiation? *Dis Colon Rectum* 2009;52:1278-1284
44. Santiago I, Rodrigues B, Barata M, Figueiredo N, Fernandez L, Galzerano A, et al. Re-staging and follow-up of rectal cancer patients with MR imaging when “watch-and-wait” is an option: a practical guide. *Insights Imaging* 2021;12:114
45. Ogura A, Konishi T, Beets GL, Cunningham C, Garcia-Aguilar J, Iversen H, et al. Lateral nodal features on restaging magnetic resonance imaging associated with lateral local recurrence in low rectal cancer after neoadjuvant chemoradiotherapy or radiotherapy. *JAMA Surg* 2019;154:e192172
46. Schaap DP, Boogerd LSF, Konishi T, Cunningham C, Ogura A, Garcia-Aguilar J, et al. Rectal cancer lateral lymph nodes: multicentre study of the impact of obturator and internal iliac nodes on oncological outcomes. *Br J Surg* 2021;108:205-213
47. Smith NJ, Barbachano Y, Norman AR, Swift RI, Abulafi AM, Brown G. Prognostic significance of magnetic resonance imaging-detected extramural vascular invasion in rectal cancer. *Br J Surg* 2008;95:229-236
48. Rouleau Fournier F, Motamedi MAK, Brown CJ, Phang T, Raval MJ, Hague CJ, et al. Oncologic outcomes associated with MRI-detected extramural venous invasion (mrEMVI) in rectal cancer: a systematic review and meta-analysis. *Ann Surg* 2022;275:303-314
49. Chen S, Li N, Tang Y, Shi J, Zhao Y, Ma H, et al. The prognostic value of MRI-detected extramural vascular invasion (mrEMVI) for rectal cancer patients treated with neoadjuvant therapy: a meta-analysis. *Eur Radiol* 2021;31:8827-8837

50. Tan JJ, Carten RV, Babiker A, Abulafi M, Lord AC, Brown G. Prognostic importance of MRI-detected extramural venous invasion in rectal cancer: a literature review and systematic meta-analysis. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2021;111:385-394
51. Chand M, Swift RI, Tekkis PP, Chau I, Brown G. Extramural venous invasion is a potential imaging predictive biomarker of neoadjuvant treatment in rectal cancer. *Br J Cancer* 2014;110:19-25
52. Fornell-Perez R, Vivas-Escalona V, Aranda-Sanchez J, Gonzalez-Dominguez MC, Rubio-Garcia J, Aleman-Flores P, et al. Primary and post-chemoradiotherapy MRI detection of extramural venous invasion in rectal cancer: the role of diffusion-weighted imaging. *Radiol Med* 2020;125:522-530
53. Nagtegaal ID, Tot T, Jayne DG, McShane P, Nihlberg A, Marshall HC, et al. Lymph nodes, tumor deposits, and TNM: are we getting better? *J Clin Oncol* 2011;29:2487-2492
54. Lord AC, D'Souza N, Shaw A, Rokan Z, Moran B, Abulafi M, et al. MRI-diagnosed tumor deposits and EMVI status have superior prognostic accuracy to current clinical TNM staging in rectal cancer. *Ann Surg* 2022;276:334-344
55. Chandramohan A, Mittal R, Dsouza R, Yezzaji H, Eapen A, Simon B, et al. Prognostic significance of MR identified EMVI, tumour deposits, mesorectal nodes and pelvic side wall disease in locally advanced rectal cancer. *Colorectal Dis* 2022;24:428-438
56. Lord AC, Moran B, Abulafi M, Rasheed S, Nagtegaal ID, Terlizzo M, et al. Can extranodal tumour deposits be diagnosed on MRI? Protocol for a multicentre clinical trial (the COMET trial). *BMJ Open* 2020;10:e033395

수술 전 선행보조치료를 받은 직장암 환자의 직장 자기공명영상의 해석

서니은* · 임준석

자기공명영상은 현재 선행보조치료 후 직장암을 평가할 수 있는 가장 우수한 영상검사이다. 선행보조치료 후 시행하는 직장 자기공명영상의 목적은 직장암의 절제가능성을 평가하고 임상적으로 완전관해로 생각되는 환자들에서 장기 보존 전략을 적용할 수 있게 하는 것이다. 이번 종설에서는 선행보조치료 후 자기공명영상에서 평가해야 할 중요한 소견들을 체계적으로 평가하는 방법을 다루고자 한다. 먼저 원발 종양의 치료 반응을 평가하고, 완전관해를 시사하는 영상 소견에 대해 고찰하고자 한다. 또한 선행보조치료 후 원발 종양과 주변 구조물과의 관계, 임파절, extramural venous invasion, tumor deposit의 소견을 다루고자 한다. 이러한 영상 소견 및 임상적 중요성에 대한 지식은 정확하고 임상적으로 의미 있는 판독을 제공하는데 기여할 것이다.

연세대학교 의과대학 영상의학교실