

結腸直腸癌に対する MRI の適応は、事実上直腸癌に限られている。直腸癌は結腸癌とは異なり、腫瘍の存在部位および病期により治療方針が大きく変化し、かつ CT ではその判断に寄与する十分な情報が得られないからである。さらに昨今の放射線化学療法(CRT)の進歩によりわが国においても直腸癌に対する術前 CRT が実施される症例が増えており、CRT の評価のためにも MRI の必要性が増加している。

1) Iafrate F, et al: Preoperative staging of rectal cancer with MR imaging: correlation with surgical and histologic findings. Radiographic. 26: 701-714. 2006.

2) Heald RJ, et al: Rectal cancer: the Basingstoke experience of total mesorectal excision, 1978-1997. Arch Surg. 133:894-899, 1998.

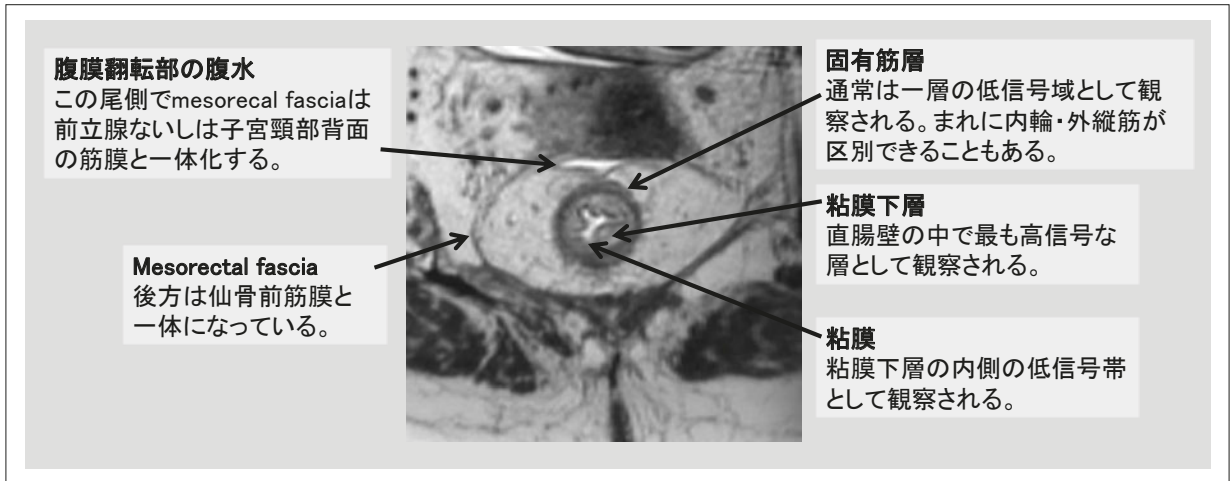
### 直腸癌に対する MRI を理解するために必要な最低限の解剖学的知識

- 直腸の壁には粘膜、粘膜下層、固有筋層が存在し、適切に撮影された T2WI であれば、これらの構造を判別することは容易<sup>1)</sup>。
- 直腸周囲の脂肪織の外側には mesorectal fascia とよばれる構造が存在しており、外科的には非常に重視されている<sup>\* 1, 2)</sup>。
- mesorectal fascia は、適切に撮影された T2WI においてはほぼ確実に認識可能(図 1)。

\* 1 直腸癌の基本術式は mesorectal fascia ごと直腸を切除することであり(total mesorectal excision: TME)、逆に TME を行っても断端陽性になりそうな腫瘍については術前 CRT が行われることが多くなってきた<sup>2, 3)</sup>。

\* 2 直腸の層構造および mesorectal fascia に着目した T-stage を表 1 に示す<sup>4)</sup>。

図 1 直腸癌の局所進展判定のための必要最低限の解剖



3) Kapiteijn E, et al: Preoperative radiotherapy combined with total mesorectal excision for resectable rectal cancer. N Engl J Med. 345:638-646. 2001.

4) Kim CK, et al: Preoperative staging of rectal cancer: accuracy of 3-Tesla magnetic resonance imaging. Eur Radiol. 16: 972-980. 2006.

表 1

Tis(M)	腫瘍は粘膜筋板(MRI では見えない)を越えない。
T1(SM)	腫瘍は粘膜下層に及ぶ。MRI では腫瘍の信号が粘膜下層に達する。
T2(MP)	腫瘍は固有筋層に及ぶ。MRI では腫瘍の信号が固有筋層に達し、筋層の肥厚・不整が見られるが、周囲脂肪織には所見はない。
T3(A)	腫瘍は固有筋層を越える。MRI では腫瘍の信号ないしは腫瘍から連続する索状構造が周囲脂肪織に観察される。
T4(AI)	腫瘍が他臓器に浸潤している。MRI では腫瘍の信号が隣接臓器ないしは mesorecta fascia に達している。

### 3D-T2WI と DWI の組み合わせの有用性

5) Kaur H. et al: MR imaging for preoperative evaluation of primary rectal cancer: practical consideration. Radiographics, 32: 389-409, 2012.

- ・以上に述べたことを考慮のうえで、直腸癌の深達度診断に必要な情報は右の3つ。
- ・①、②についてはDWIが非常に有用。
- ・DWIを見れば①、②について一目でわかることが多い(図2)<sup>5)</sup>。
- ・①、②が分かったら、次は3D-T2WIの出番。筆者はVISTA (Volume Isotropic T2-Acquisition) を用いているが(撮影条件は表2)、SPACEやCUBEでも同様である。十分な分解能をもった3D-T2WIとワークステーションを組み合わせれば、後処理で最も適切な撮像断面(すなわち正接断面)をmultiplanar reconstruction (MPR)で得ることは容易であり、したがって進達度診断が正確になる(図3)。

- ①腫瘍の肉眼型(隆起型 or 潰瘍型)
- ②腫瘍の方向
- ③腫瘍と壁の層構造の関係

図2 DWIで判断する腫瘍の肉眼型と方向

**a** 症例1：50歳代、女性、直腸癌。肉眼型および腫瘍の主座の方向は？

肉眼型は？ ⇒ 隆起型  
方向は？ ⇒ 右側壁

**b** 症例2：50歳代、男性、直腸癌。肉眼型および腫瘍の主座の方向は？

肉眼型は？ ⇒ 潰瘍型  
方向は？ ⇒ 左側壁

図3 VISTA から作成したMPRで判断する深達度

**a** 症例1：深達度：pMP

腫瘍  
粘膜下層  
固有筋層  
固有筋層の牽引と粘膜下層との境界部の不整。周囲脂肪織には不整なし。

**b** 症例2：深達度：pA

潰瘍の方向に合致した固有筋層の断裂と周囲脂肪織の不整  
腫瘍  
固有筋層  
粘膜下層  
周堤

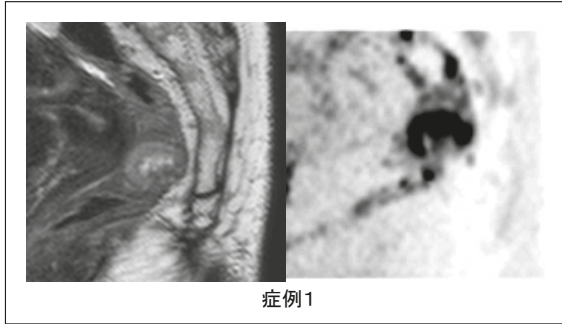
- 6) Kim H, et al: Rectal Cancer: Comparison of accuracy of local-regional staging with Two- and Three-dimensional preoperative 3-T MR imaging. *Radiology*, 254: 485-492, 2010.

**補足 1** もし DWI を見ても①, ②がわからない場合, thin slice DWI を MPR 再構成すれば①, ②については必ず判定可能(図 4)。

**補足 2** 高画質の 2D-T2WI で適切な撮影断面が得られていれば 3D-T2WI は不要という論文もあるが<sup>6)</sup>, その場合は, 図 3 に記載してあるような複雑な撮像断面の設定を検査時間内に行う必要がある。これを放射線科医の助言なしに行える放射線技師は多くはないと思うし, また, その日の検査を担当する放射線科医が消化器癌の深達度診断に熱意をもっているとは限らない。これらのことから, 後処理で最適断面が得られる 3D-T2WI の有用性には疑いの余地はない。

#### 図 4 T2WI 矢状断と同じスライス面で MPR 再構成した DWI

図 2 で示した横断像の DWI よりも茎が明瞭である。



#### 表 2 筑波大における VISTA の撮影条件

Achieva 3.0T TX + 32 channel torso cardiac coil  
 TR/TE = 2000/175, TSE factor = 109  
 Refocusing control = 80°  
 Resolution = 0.92x0.92x1mm  
 (Recon. Resol. = 0.5x0.5x1mm)  
 120 sagittal slice, NEX = 2, SENSE = 3.5  
 Fold-over suppression (+), Scan time = 6' 2"

- 7) Laghi A, et al: Local staging of rectal cancer using a phased array body coil. *Abdom Imaging*, 27: 425-431, 2002.
- 8) Jung SH, et al: Predicting response to neoadjuvant chemoradiation therapy in locally advanced rectal cancer: diffusion-weighted 3 Tesla MR imaging. *JMRI*, 35: 110-116, 2002.
- 9) Kim YC, et al: Comparison of diffusion-weighted MRI and MR volumetry in the evaluation of early treatment outcomes after preoperative chemoradiotherapy for locally advanced rectal cancer. *JMRI*, 34:570-576, 2011.
- 10) Curvo-Semedo L, et al: Rectal cancer: assessment of complete response to preoperative combined radiation therapy with chemotherapy—conventional MR volumetry versus diffusion-weighted MR Imaging. *Radiology*, 260:734-43, 2011.
- 11) Nowosielski M, et al: ADC histograms predict response to anti-angiogenic therapy in patients with recurrent high-grade glioma. *Neuroradiology*, 53:291-302, 2011.

**補足 3** 直腸癌の深達度診断を MRI で行った場合, over-staging 気味になることは昔から知られている。その最大の原因は, 感染に由来する腫瘍周囲の線維化(peritumoral desmoplastic reaction)を腫瘍の進展と区別ができないことがあるからとされている<sup>7)</sup>。

### 化学放射線治療の biomarker としての DWI

・上述したように局所進行直腸癌に対しては術前 CRT が行われたのちに TME が行われることが多くなってきているため, 症例によっては CRT 前に効果の予測や治療終了前の早期効果予測が求められることも増えると予想される。以下にそれについての文献を紹介する。

◆ **Jung et al** : CRT に対して病理学的に反応が確認された腫瘍は, 治療前 ADC が低い傾向にあった。一方, 腫瘍の容積現象率と治療前 ADC, 治療前後 ADC の変化率の間に有意な相関はなかった<sup>8)</sup>。

◆ **Kim et al** : CRT 開始後 2 週間の時点での容積計測が CRT の効果を予測するために最も有効で, 同時期の ADC 変化率や治療前の ADC においては, 最終的な腫瘍の縮小率との相関は見られなかった<sup>9)</sup>。

◆ **Curvo-Cemedo L et al** : CRT 後の残存腫瘍の容積測定は, T2WI ではなく DWI 上で行ったほうが病理学的な評価とよく一致していた<sup>10)</sup>。

・以上のように DWI による CRT の効果判定については, いまだ定説はないといっているが, 少なくとも CRT 後に“DWI で高信号域が残存しているから腫瘍が残存している”などという安易な判定は行うべきではない。当たり前の話であるが, DWI で高信号を示している理由が T2-shinethrough ということもあるし, ADC が低かったとしてもそれが腫瘍細胞の存在を意味するとは限らない(炎症細胞浸潤であっても ADC は低下する)。

・昨今ではさらに腫瘍全体の ADC を histogram 解析し, 尖度を含めた分布を評価する試みなど新たなアプローチも行われている<sup>11)</sup>。要するにこの分野は広大なフロンティアなのである。やる気のある若手研究者よ, この分野に来たれ!