

Turbo FLASH 法を用いた multislice dynamic MRI による 子宮体癌筋層浸潤の評価

浅川 真理

岡山大学医学部放射線医学教室

はじめに

子宮体癌において主病巣の筋層浸潤の有無とその程度はリンパ節転移や頸部浸潤と同様に治療方針の決定や予後に密接に関係するため、子宮体癌取り扱い上重要である。従来より子宮体癌の画像診断としては超音波検査 (US) の次に CT が用いられてきた。しかし、CT では造影剤が必要なことや断層面が横断像のみしか得られないなど種々の問題点があり、必ずしも満足できる診断成績ではなかった^{1)~3)}。近年、急速な発展を遂げている磁気共鳴映像法 (MRI) は婦人骨盤部においては子宮癌や子宮筋腫など多くの疾患に応用され、現在では CT に代わって重要な診断的役割を果たしているといっても過言ではない。子宮体癌の MRI 診断においては T₂ 強調画像が有用であることは広く認められており^{4)~14)}、さらに最近では造影 T₁ 強調画像の有用性を認めた報告^{15)~17)}も多い。しかし、両撮像法とも閉経後では筋層浸潤評価の指標となる junctional zone が不明瞭なことが多く、正確な評価が困難なことがある。子宮体癌の筋層浸潤の程度を正確に診断するには子宮体部の短軸方向での評価が重要であるが、今までに子宮体部短

軸方向を多断面で dynamic MRI を行った報告は見あたらない。そこで今回、子宮体癌症例に時間分解能の良好な Turbo FLASH 法を用いて dynamic MRI を行い、体部筋層、junctional zone および体癌病変の信号強度の経時的变化を観察し、dynamic MRI を行うための至適時間を検討した。さらに dynamic MRI による筋層浸潤の診断能についても T₂ 強調画像および造影 T₁ 強調画像と比較し、子宮体癌の筋層浸潤の評価における本法の有用性について検討した。

対象と方法

対象は平成 3 年 10 月より平成 6 年 1 月までの間に岡山大学放射線科で MRI を行い、手術で確認された子宮体癌 36 例である。これらの症例の術後進行期分類 (1988 年 FIGO)、組織診による筋層浸潤の有無および程度、組織型、細胞分化度、年齢、閉経の有無を Table 1 に示す。

MRI 装置は Siemens 社製 Magnetom H15 (超電導 1.5T) を用いた。撮像方法は T₂ 強調画像は通常の spin echo 法または高速 spin echo 法にて体軸の横断像、子宮長軸方向の矢状断像および子宮体部の短軸方向の横断像を撮像した後、Turbo FLASH 法を用い原則として子宮体部短

キーワード dynamic MRI, Turbo FLASH, endometrial carcinoma, myometrial invasion, junctional zone

Table 1 Patients

Age	Mean	53.3
	Range	27~86
Menopausal State	Premenopausal	12 (34%)
	Postmenopausal	24 (66%)
Histology	Adenocarcinoma	35
	Adenosquamous carcinoma	1
Grade	G1	13
	G2	16
	G3	7
Myometrial Invasion	(-)	5
	≤1/2	17
	1/2<	14
Clinical Staging (FIGO1988)	IA	5
	IB	13
	IC	6
	IIB	1
	IIIA	9
	IIIC	1
IVB	1	

軸方向の横断4断面に子宮体部長軸方向の矢状断1断面を加えた計5断面でdynamic MRIを行った (Fig.1). その後、スピンエコー法による造影後のT₁強調画像 (以下、造影T₁強調画像とする) をT₂強調画像と同じ断面で撮像した。

T₂強調画像の撮像条件は通常のspin echo法では繰り返し時間 (TR) 2000ms, エコー時間 (TE) 90ms, 高速spin echo法ではTR 3000~4000ms, TE 103ms, スライス厚は5~8mm, FOV 35cm, マトリックス 192~256×256, 加算回数1~2回, Turbo FLASH法の撮像条件はTR 6.5ms, TE 3ms, フリップ角8度, FOV 35cm, 加算回数1回, 造影T₁強調画像の撮像条件はTR 450ms, TE 15ms, FOV 35cm, マトリックス 192~256×256, 加算回数2回とし

た。

造影剤はGd-DTPA (gadopentetate dimeglumine) 0.1mmol/kgを上肢の静脈から急速注入し, 生理食塩水20mlにて後押しした。

Dynamic MRIの撮像タイミングは造影剤の急速静注開始前から撮像を開始し, 造影剤静注後5分間連続的に撮像した症例が20例, 2分間連続的に撮像した後, 5分後の後期像を撮像した症例が16例である。1回の撮像時間は7秒間で1秒間の待ち時間があるため5スライスが8秒毎のdynamic MRIとなる。

各々のdynamic像において体部筋層, junctional zone (正確にはT₂強調画像で認められるjunctional zoneとは描出される幅が異なるが, 本稿ではdynamic MRIにおけるjunctional zoneとみなして同じ名称で呼ぶことにする) および病変部に関心領域 (ROI) を設定して信号強度を測定し, Enhancement Ratio (ER) と Contrast to Noise Ratio (CNR) を求め, 造影開始後5分間のdynamic curveを作成した。なお, 信号強度を測定するためのROIは矢状断のdynamic像で正常部, 病変部ともにできるだけ信号強度が均一な部位を1か所選び, 原則としてピクセル数32の大きさを用いたが, それが不可能な場合はピクセル数10のものを用いた, ERとCNRは以下の式で求めた。

$$ER = (\text{造影後信号強度} - \text{造影前信号強度}) \div \text{造影前信号強度} \times 100 (\%)$$

$$CNR = (\text{病室部の信号強度} - \text{体部筋層またはjunctional zoneの信号強度}) \div \text{Noise (SD)} \times 100 (\%)$$

なお, Noise (SD) の値は各dynamic像のback groundの左右の上下4か所にROIを設定し測定された値を平均して求めた。

筋層浸潤の程度が軽く, junctional zoneが明瞭に描出された10例についてはjunctional zoneと体部筋層とのCNRのdynamic curveも作成した。

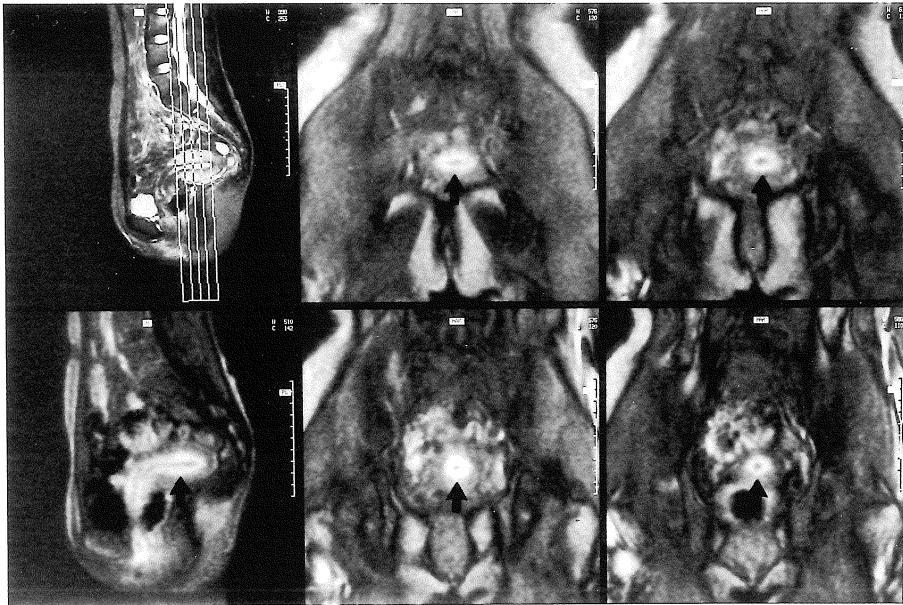


Fig.1. Imaging plane of dynamic MR images (27-year-old woman with no myometrial invasion)

a	b	c
d	e	f

(a) Sagittal T₂-weighted image and slice selection
 (b)-(f) Dynamic MR Images (40-47s after bolus injection)
 The junctional zone is clearly demonstrated with high signal intensity surrounding the endometrium (arrows).

子宮体癌の筋層浸潤の評価方法は T₂強調画像は Hricak ら⁴⁾が報告した基準を用い、造影 T₁強調画像もそれに準じて判定した。筋層浸潤が 1/2 を超えているか否かは過去の報告¹⁸⁾を参考にして残存筋層の最小幅と最大幅の比が 0.5 と最小幅が 5mm という値を判定基準とした。病変が内膜に限局するものを筋層浸潤なし (Ma), 体部筋層の半分以下のものを浅層浸潤 (Ms, Fig.2), 体部筋層の半分以上のものを深層浸潤 (Md, Fig.3) とした。Dynamic MRI による筋層浸潤の深浅の判定基準を Table 2 に示す。Junction zone が描出されているとき, junctional zone の外側が全周性に保たれている場合は, たとえ残存筋層が菲薄化していても浅層浸潤とし, junctional zone の一部が断裂している場合は他の撮像法と同様に残存筋層の幅から判定した。Junctional zone が同定不能な例では

造影後期の画像で, 造影 T₁強調画像と同様の診断基準で評価した。筋層浸潤の有無および程度の判定は病理の結果を知らされていない 2 名の放射線科医が各症例とも撮像した順に行い, 不一致症例は討論にて決定した, なお統計学的検討は Cochran の Q test および Tukey 型の多重比較を用いた。

結 果

1. 体部筋層, junctional zone および体癌病変の dynamic curve について

Fig.4 に連続 5 分間 dynamic MRI を行った症例の体部筋層, junctional zone および体癌病変の ER の dynamic curve (mean±SD) を示す。それぞれの ER の値の最大値に達するのは junctional zone がもっとも早く約 75 秒, 次に体癌

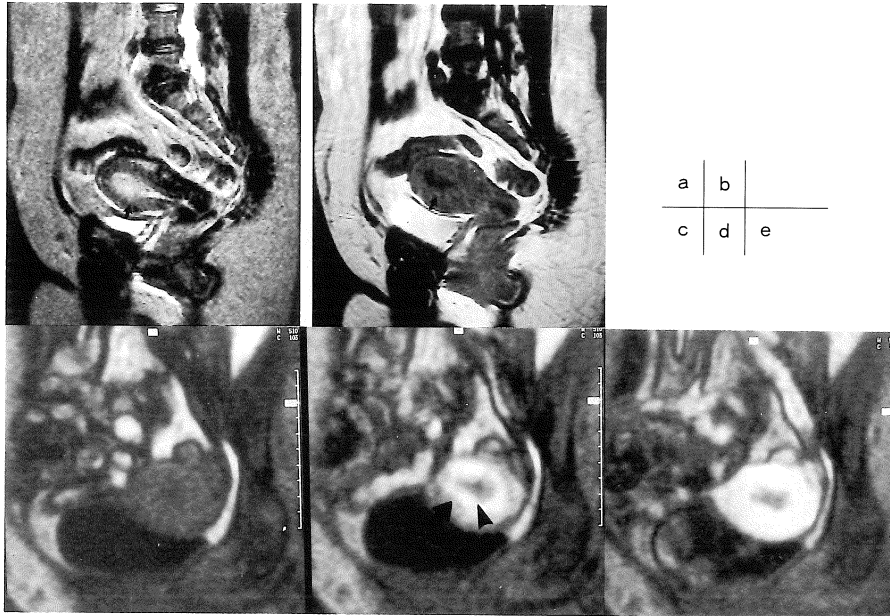


Fig.2. Superficially invasive tumor in 42-year-old woman.

- (a) Sagittal T₂-weighted image
- (b) Contrast-enhanced T₁-weighted image
- (c) Dynamic MR image (before bolus injection)
- (d) Dynamic MR image (27s after bolus injection)
- (e) Dynamic MR image (3min after bolus injection)

In the T₂-weighted image, the junctional zone of the anterior uterine corpus is segmentally interrupted (arrow). In the contrast-enhanced T₁-weighted image, the margin of the lesion is irregular (arrow). In the early phase of dynamic MRI, the junctional zone (arrow) surrounding the tumor shows high signal intensity. Periphery of the junctional zone is preserved which indicates superficial myometrial invasion (arrowhead).

病変が早く 100 秒前後で、体部筋層は最も遅く 2 分以後にピークに達している。体部筋層と junctional zone の最大値はほぼ同様の値であるが、体癌病変 ER の最大値は体部筋層 ER の最大値の約 60%である。

Fig.5 に体部筋層、junctional zone および体癌病変これら三者間の CNR の dynamic curve (mean±SD) を示す。体癌病変と体部筋層との CNR は、造影直後よりも 2 分以後の方が大きく 5 分後までほとんど変化がみられないが、体癌病変と junctional zone の CNR は 50 秒前後が最も大きく、その後徐々に減少している。また junctional zone と体部筋層との CNR は 30

秒前後がもっとも大きくその後急速に減少し、造影後期では逆転し、筋層の方がわずかに高信号となることが多い。したがって junctional zone の同定および体癌の junctional zone への浸潤を評価するには造影開始後 1 分間の早期の dynamic 像が非常に有用であることが解る。

対象 36 例中 T₂強調画像で junctional zone が同定可能であったのは 24 例にすぎないが dynamic MRI では 32 例に同定可能であった。全周性に深い筋層浸潤の存在した 1 例と筋層浸潤 1/2 以下の 3 例は dynamic MRI でも junctional zone が不明瞭であった。

2. 各撮像法による筋層浸潤の診断能の比較

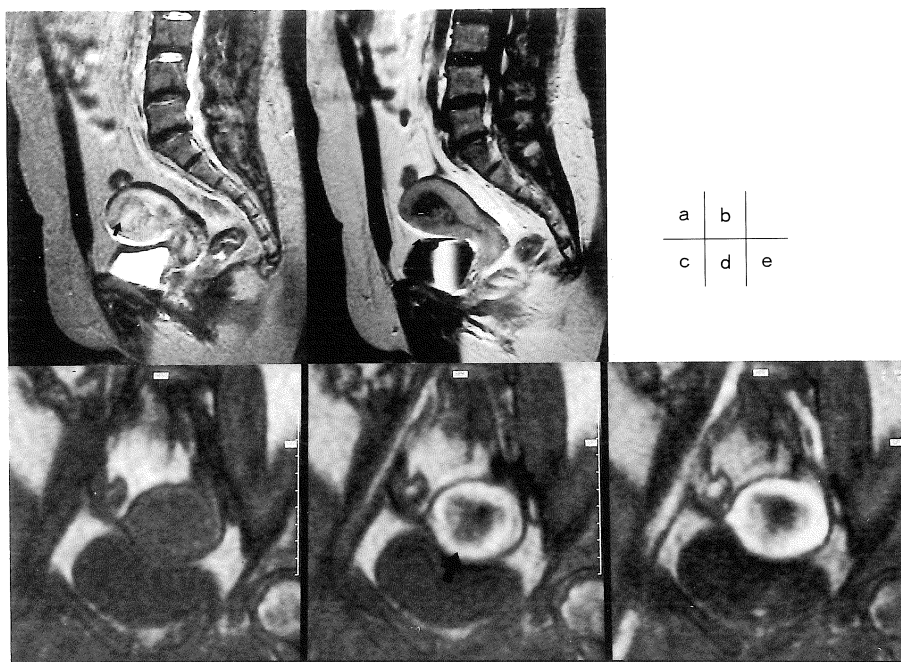


Fig.3. Deeply invasive tumor in 46-year-old woman.

- (a) Sagittal T₂-weighted image
- (b) Contrast-enhanced T₁-weighted image
- (c) Dynamic MR image (before bolus injection)
- (d) Dynamic MR image (27s after bolus injection)
- (e) Dynamic MR image (3 min after bolus injection)

In the T₂-weighted image and contrast-enhanced T₁-weighted image, normal endometrium is not observed and the uterine corpus is enlarged. The anterior uterine corpus is mostly occupied by the tumor lesion and prominent thinning of the myometrium caused by deep myometrial invasion is observed (arrows). The junctional zone is segmentally interrupted in the early phase of dynamic MRI indicating existence of deep myometrial invasion (arrow). Differentiation of the tumor from residual myometrium is easy in the late phase image.

子宮体癌の筋層浸潤は術後の病理組織学的検索で31例に認められた。筋層浸潤の程度を、なし、1/2以下、1/2を超えるものの3段階に分けた場合、T₂強調画像、dynamic MRI、造影T₁強調画像それぞれの診断成績はTable 3に示す通りである。病理組織で筋層浸潤がないものが5例あったが3つの撮像法ともその内の同じ2例を浅い筋層浸潤と過大評価した。この2例は生殖可能婦人であったが、腫瘍がポリープ状に発育し、その表面が分葉状を呈していたため腫

瘍と junctional zone との境界面が不整に見えたものであった。筋層浸潤1/2以下の浅い筋層浸潤は17例あり、dynamic MRIは全例正しく評価可能であったが、T₂強調画像は2例過小評価し、3例過大評価した。造影T₁強調画像では過小評価、過大評価ともに2例ずつであった。T₂強調画像および造影T₁強調画像で正確に評価できなかった症例はすべて閉経後の婦人であった。体部筋層の1/2を超える深い筋層浸潤は14例あったが、T₂強調画像とdynamic MRIは2例

Table 2. Diagnostic Criteria of Myometrial Invasion

Ma : absence of myometrial invasion

when junctional zone is visible :

no interruption of junctional zone

when junctional zone is not visible :

smooth margin of the lesion and

no thinning of myometrium

Ms : superficial myometrial invasion ($\leq 1/2$)

when junctional zone is visible :

segmental interruption of junctional zone
(junctional zone is peripherally preserved)

when junctional zone is not visible :

irregular margin of the lesion and

$a/b \geq 1/2$, $a \geq 5\text{mm}$

Md : deep myometrial invasion ($1/2 <$)

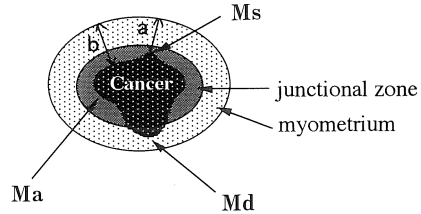
when junctional zone is visible :

interruption of junctional zone

when junctional zone is not visible :

irregular margin of the lesion and

$a/b < 1/2$ or $a < 5\text{mm}$



a : minimum width of intact myometrium

b : maximum width of intact myometrium

a/b : min./max. ratio of intact myometrium

を浅い浸潤と過小評価し、造影 T_1 強調画像は 1 例のみ過小評価した。これらの過小評価例もすべて閉経後で、すべての撮像法で過小評価した 1 例は筋層浸潤が画像上でほぼ半分に近いもので $1/2$ 以下にするかそれ以上にするか判断に苦慮したものであり、判定に大きな誤りがあったものではない。Dynamic MRI で過小評価したもう 1 例は造影後期では残存筋層が菲薄化しており深層浸潤が疑われたが、造影早期に病変の周囲に淡く高信号域がみられたため junctional zone が残存しているものと判断したため過小評価となったものである。本例は病理では junctional zone を超えて深い筋層浸潤があり、残存筋層そのものが造影早期に淡く造影されていた。筋層浸潤が存在した 10 例の生殖可能婦人については各撮像法とも筋層浸潤の程度の評価は正確であった。

今回の対象では筋層浸潤の正診率に関して 3 種類の撮像法間で統計学的には有意差が見られなかった (T_2 強調画像と dynamic MRI は $p=0.0538$, 造影 T_1 強調画像と dynamic MRI は

$p=0.3468$, T_2 強調画像と造影 T_1 強調画像は $p=0.6239$) もの、閉経後で junctional zone が不明瞭なため過大評価または過小評価となった 4 例が dynamic MRI でのみ正確に評価でき診断能の向上に役立った (Fig.6)。

考 案

従来より子宮体癌の MRI 診断においては T_2 強調画像が有用なことが広く認められているが、最近では T_2 強調画像の欠点を補う撮像法として Gd-DTPA などを用いた造影 T_1 強調画像の有用性を強調した報告も多く見られる。しかし、両撮像法とも閉経後の患者では junctional zone が不明瞭で筋層浸潤の評価が困難なことがある¹⁹⁾、必ずしも正確な術前評価ができないことがある。しかし、造影剤を急速静注し高速映像法を用いて dynamic MRI を行うと閉経後の子宮でも体部筋層の内側部分が外側部分に比べて造影早期に高信号に描出されることが多い。最近ではこの dynamic MRI を用いた正常子宮および子宮

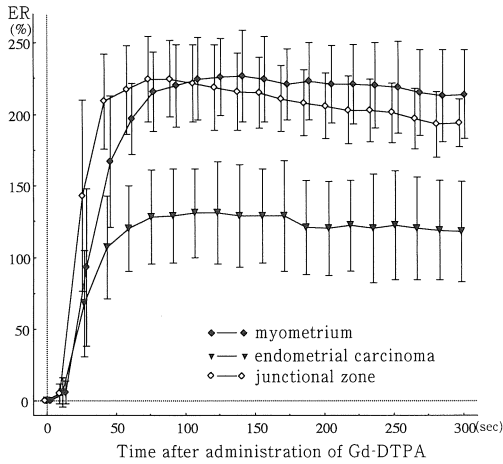


Fig.4. Dynamic curve of enhancement ratio (mean ± SD).

The ER value reached a maximum peak in case of the junctional zone in approximately 75 seconds, followed by endometrial carcinoma in approximately 100 seconds. In case of the myometrium, the peak level was attained 2 minutes later. Although the maximum values in case of the myometrium and the junctional zone were about the same, the peak of the ER in case of endometrial cancer was approximately 60% of the myometrium, indicating a distinctively lower value.

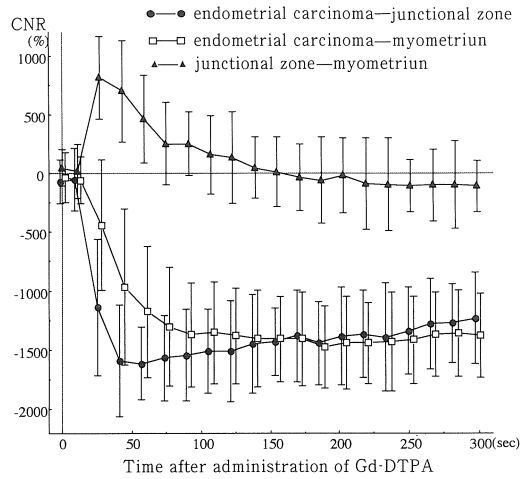


Fig.5. Dynamic curve of contrast to noise ratio (mean ± SD).

The CNR between endometrial cancer and the myometrium was larger 2 minutes after contrast enhancement compared with immediately after contrast enhancement. Changes were not observed until approximately 5 minutes later. However, the CNR between endometrial cancer and the junctional zone was largest 50 seconds after contrast enhancement. The value slowly decreased thereafter. Furthermore, the CNR between the junctional zone and the myometrium was largest approximately 30 seconds after contrast enhancement the CNR value rapidly decreased thereafter. Meanwhile, in the late phase, the myometrium was represented in slightly higher signal intensity than the junctional zone.

Table 3. Evaluation of Myometrial Invasion by T₂-weighted Image, Dynamic MRI, and Contrast-enhanced T₁-weighted image

Pathological findings	T ₂ WI			Dynamic MRI			CE-T ₁ WI		
	Ma	Ms	Md	Ma	Ms	Md	Ma	Ms	Md
No myometrial invasion (n=5)	3	2		3	2		3	2	
Myometrial invasion ≤ 1/2 (n=17)	2	12	3		17		2	13	2
1/2 < Myometrial invasion (n=14)		2	12		2	12		1	13
Under diagnostic rate		11%			6%			8%	
Ovei diagnostic rate		14%			6%			11%	
Correct diagnostic rate		75%			89%			81%	

Ma : No myometrial invasion
 Ms : Superficial myometrial invasion
 Md : Deep myometrial invasion

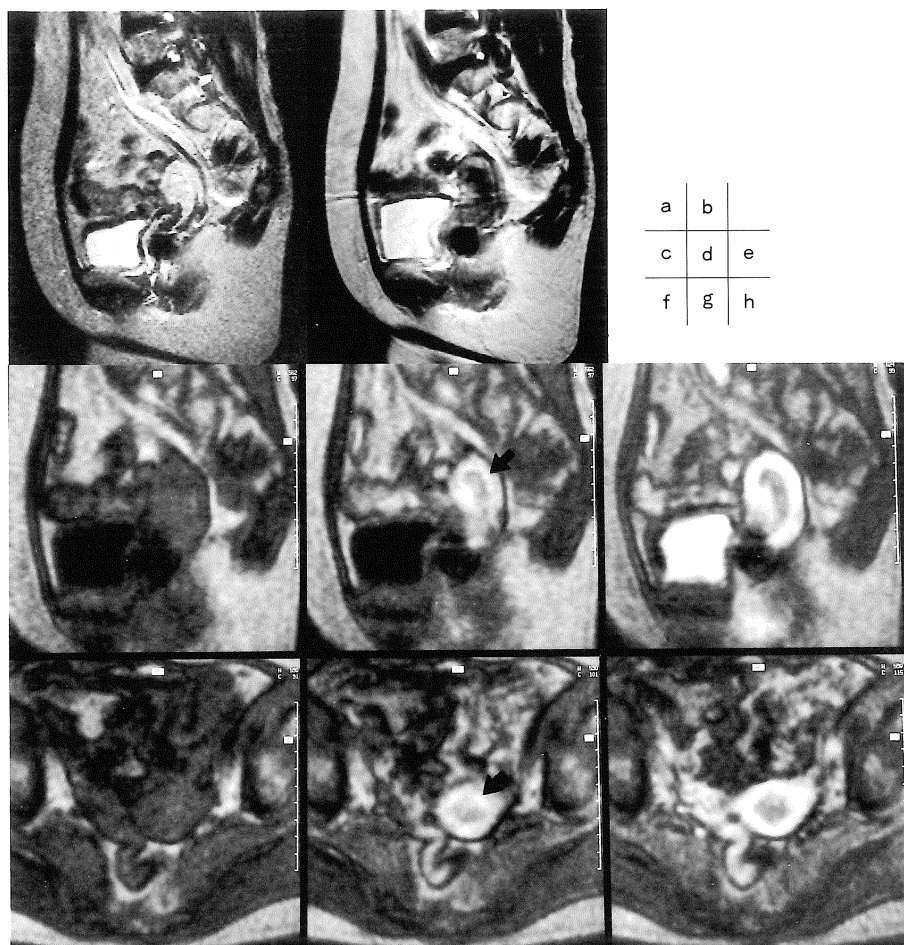


Fig.6. Superficially invasive tumor in 62-year-old postmenopausal woman.

(a) Sagittal T₂-weighted image

(b) Contrast-enhanced T₁-weighted image

(c)~(e) Sagittal dynamic MR images (before, 43s, and 5 min after bolus injection)

(f)~(h) Axial dynamic MR images (before, 41s, and 5 min after bolus injection)

Although tumor in the uterine cavity shows moderate high signal intensity in the sagittal T₂-weighted image, differentiation of the tumor lesion from the myometrium is difficult on T₂-weighted image. In the contrast-enhanced T₁-weighted image, though endometrial carcinoma shows low signal intensity, the margin of the tumor is obscured due to motion artifacts. In the early phase of dynamic MRI, the junctional zone (arrows) surrounding the tumor shows high signal intensity indicating superficial myometrial invasion.

体癌筋層浸潤の評価に関する報告も散見される^{20)~23)}が体部の矢状断面 1 スライスのみで dynamic MRI で、その方法では体部筋層浸潤の評価は不十分である。今までに子宮体部の多断面の dynamic MRI を用いた報告は見あたらないため、今回、時間分解能の非常に良好な Turbo FLASH 法を用いて体部筋層の多断面の dynamic MRI を行い、体部筋層と、junctional zone および病変部の信号強度の経時的変化を観察するとともに、dynamic MRI、T₂強調画像および造影 T₁強調画像の 3 種類の撮像法による筋層浸潤の診断能について検討した。

信号強度の経時的変化を ER と CNR の 2 つの指標を用いて体部筋層、junctional zone および病変部について検討したところ伊藤らの FLASH 法での報告²³⁾と同様に junctional zone はその外側の体部筋層に比べて早く造影され、両者のコントラストは造影開始後 30 秒前後が最大であった。また Fig.4 に示すごとく造影開始直後の両者の信号強度は急激に変化していることから dynamic MRI を行うには Turbo FLASH 法のように時間分解能の良好なパルス系列が非常に有用であることがわかる。造影早期に junctional zone の造影効果が強い理由についてはまだ定説はないが体部筋層の内側と外側の血管支配の違いが大きな要因と考えられている^{24)~27)}。すなわち体部筋層の内側は外側に比べて動脈優位でそのため造影早期に強く造影されると考えられる²⁰⁾。ただし、生殖可能婦人では junctional zone の造影効果が生理周期により異なり^{20),22),28),29)}、常に造影早期に明瞭に造影されるとは限らないので造影後期像で筋層浸潤を評価しなければならない場合がある。T₂強調画像では閉経後は junctional zone は不明瞭なことが多いが、Brown ら²⁶⁾は摘出子宮を病理学的に詳細に検討し、内膜直下の密な平滑筋層を junctional zone と解釈し、その厚さは生殖可能婦人も閉経後婦人も差がないと報告している。Dynamic MRI で造影早期に内膜の周囲に帯状の高信号域として描出される部分は T₂強調画像

で低信号で描出される junctional zone と必ずしも同じ厚さではなく、T₂強調画像の junctional zone と全く同じものとはいえないが、どちらも体部筋層内側の密な平滑筋層を表しているものと思われる。ただ T₂強調画像と、T₁強調画像である Turbo FLASH 法では膠原線維、細胞密度や血流などの強調される要素が異なるため描出される幅に差があるのではなかろうか。一方、体癌の造影効果に関して見ると体部筋層や junctional zone に比べてはるかに小さく、造影効果がピークに達してからほとんどプラトーの状態を維持している。このためスピンエコー法を用いた造影 T₁強調画像でも良好なコントラストが得られるものとおもわれる。体癌病変と体部筋層および junctional zone との CNR についてみると体癌病変と junctional zone のコントラストは造影早期の 50 秒前後に最も大きく、体部筋層とは造影後期の方が大きい。2 分以後 5 分まではほとんど変化がない。したがって、dynamic MRI で子宮体癌の筋層浸潤を評価するには junctional zone が明瞭に同定できる造影早期（長くても 2 分以内）と junctional zone が描出されないときのために 5 分後の後期像があれば十分に検査時間も短く、ルーチン検査の一環として取り入れ可能な撮像法である。

MRI による子宮体癌の筋層浸潤の術前評価における正診率は 73~86%と報告されている^{4),7),8),16),19),30),31)}。T₂強調画像では junctional zone の断裂が筋層浸潤の指標となるため junctional zone の描出の有無は診断能を大きく左右する。今回の対象では 2/3 が閉経後であったため T₂強調画像で junctional zone が不明瞭な例が多く、T₂強調画像の正診率は 75%と諸家の報告の中では低い方になる。T₂強調画像による子宮体癌の筋層浸潤の評価における問題点として次ぎのようなことがあげられる。

- 1) 閉経後の患者で junctional zone が不明瞭な場合は筋層浸潤の評価が困難である¹⁹⁾。
- 2) chemical shift artifact により残存筋層が実際よりも薄く描出されるため、筋層浸潤の程度が過

大評価されやすい^{11),21)}。3) 体癌が子宮内膜あるいは体部子宮筋層と同様な信号強度を呈する場合は進展範囲が不明瞭である^{7),32)}。4) 子宮体部内腔に体癌と同様な信号強度を呈するものとして子宮内膜増殖症や凝血塊がある^{4),7),19),33)}。5) 体癌がポリープ状に発育して筋層を強く圧排している場合は筋層浸潤の程度が過大評価されやすい^{16),32),34)}。6) 子宮筋腫を合併している場合は筋層浸潤の評価が困難なことがある^{4),34)}。

このような問題点を解決するために最近では Gd-DTPA などの MRI 用造影剤を併用した造影 T₁強調画像が広く用いられるようになり、診断能の向上に貢献している^{15),16),17)}。確かに造影 T₁強調画像は T₂強調画像よりも筋層の評価が容易なことが多いが、junctional zone が不明瞭な患者やポリープ状の発育を示す体癌では筋層浸潤の評価が困難なことが多い^{16),19),32),34)}。一方、Turbo FLASH 法を用いた dynamic MRI は年齢に関係なく junctional zone の描出能が良好³⁵⁾で、閉経後の患者やポリープ状の発育を示す場合でも正確な筋層浸潤の評価が可能なが多く、T₂強調画像や造影 T₁強調画像の欠点を補い、診断能の向上に貢献しうる撮像法と思われる。今回の対象において正診率は T₂強調画像が 75%であるのに対し、造影 T₁強調画像は 81%、dynamic MRI は 89%であり、統計学的には有意差はなかったものの、閉経後において dynamic MRI のみ筋層浸潤を正しく評価可能であったものが 4 例あり、診断能の向上に役立った。最近の報告^{15),16)}では T₂強調画像よりも造影 T₁強調画像の方が筋層浸潤の診断が良好で、今回の研究結果でも同様であったが、T₂強調画像と造影 T₁強調画像で統計学的に有意差がでなかったのは、今回撮像した断面は従来から報告されている体軸の横断面と子宮の長軸矢状断面のほかに 5mm 厚の体部の短軸断面を T₂強調画像と造影 T₁強調画像に用いたため従来の方法より詳細な筋層浸潤の評価が可能になり、両者の診断能が近づいたことが原因の 1 つと思われる。また、T₂強調画像と造影 T₁強調画像の正診率の差が

小さかった理由としては dynamic MRI を撮像した後、造影 T₁強調画像を撮像するため、造影剤静注後の時間（特に 5 分間連続で dynamic MRI を撮像した場合）が長くなり、造影 T₁強調画像において病変部と体部筋層とのコントラストが低下していることが考えられる。

Turbo FLASH 法のような高速撮像法はすべての MRI 装置において撮像可能な方法ではないため一般的な撮像法とはいえないが、本邦においても最近では 1T 以上の高磁場装置が多く普及するようになったため撮像可能な施設も多くなっている。通常検査に加える時間は短い上に有用な診断情報が多く、子宮体癌の筋層浸潤を評価するのに有意義な撮像法と思われる。

結 語

1. 36 例の子宮体癌に Turbo FLASH 法を用いた multislice dynamic MRI を施行し、体部筋層、junctional zone および体癌病変の信号強度の経時の変化を観察するとともに筋層浸潤の診断能について T₂強調画像および造影 T₁強調画像と比較検討した。
2. Turbo FLASH 法による dynamic MRI は体癌の筋層浸潤を評価するのに重要な junctional zone が子宮内膜の周囲に明瞭な高信号域として造影され、junctional zone と体部筋層および体癌病変とのコントラストは造影早期において最も大きかった。
3. 筋層浸潤の正診率に関しては T₂強調画像が 75%、造影 T₁強調画像が 81%、dynamic MRI が 89%であり、統計学的には有意差はなかったものの、閉経後において dynamic MRI の筋層浸潤を正しく評価可能であったものが 4 例あり、診断能の向上に役立った。
4. Turbo FLASH 法による dynamic MRI は閉経後でも junctional zone の描出能が良好で、検査時間は短い上に有用な診断情報が多く、子宮体癌の筋層浸潤を術前に評価するのに有意義な撮像法と思われる。

謝 辞

稿を終えるにあたり、ご指導、ご校閲を賜りました岡山大学医学部放射線医学教室平木祥夫教授に深甚なる謝意を表します。

また、この研究の機会を与えて頂き貴重なご助言を賜りました岡山大学医学部産科婦人科学教室工藤尚文教授ならびに本研究の遂行にあたり直接ご指導を賜った岡山大学医学部放射線医学教室上者都夫助教授に心より深謝致します。

なお、本論文の要旨については第21回日本医学磁気共鳴医学会(1993年9月、筑波)と第79回北米放射線学会(1993年11月、シカゴ)において発表した。

文 献

- 1) Hamlin DJ, Burgener FA, Beecham JB : CT of intramural endometrial carcinoma : Contrast enhancement is essential. *AJR*, 137 : 551-554, 1981.
- 2) Walsh JW, Goplerud DR : Computed tomography of primary, persistent, and recurrent endometrial malignancy. *AJR*, 139 : 1149-1154, 1982.
- 3) Balfe DM, Van Dyke J, Lee JKT, Weyman PJ, McClellan BL : Computed tomography in malignant endometrial neoplasms. *J Comput Assist Tomogr*, 7 : 677-681, 1983.
- 4) Hricak H, Stern JL, Fisher MR, Shapeero LG, Winkler ML, Lacey CG : Endometrial carcinoma staging by MR imaging. *Radiology*, 162 : 297-305, 1987.
- 5) Gordon AN, Flerscher AC, Dudley BS, et al. : Preoperative assessment of myometrial invasion of endometrial adenocarcinoma by sonography (US) and magnetic resonance imaging (MRI). *Gynecologic Oncology*, 34 : 175-179, 1989.
- 6) Thorviger B, Gudmundsson T, Horvath G, Forsberg L, Holtas S : Staging in local endometrial carcinoma : Assessment of magnetic resonance and ultrasound examinations. *Acta Radiologica*, 30 : 525-529, 1989.

- 7) Harrill CD, Kopecky KK, Weaver SR, Sutton GP : Magnetic resonance imaging in the preoperative assessment of clinical stage 1 endometrial carcinoma. *CMIG*, 14 (3) : 191-195, 1990.
- 8) Belloni C, Vigano R, Maschio A, Sironi S, Taccagni GL, Vignali M : Magnetic resonance imaging in endometrial carcinoma staging. *Gynecologic Oncology*, 37 : 172-177, 1990.
- 9) Sironi S, Taccagni G, Garancini P, Belloni C, Delmaschio A : Myometrial invasion by endometrial carcinoma : Assessment by MR imaging. *AJR*, 158 : 565-569, March, 1992.
- 10) Lien HH, Blomlie V, Trope C, Kern J, Abeler VM : Cancer of the endometrium : Value of MR imaging in determining depth of invasion into the myometrium. *AJR*, 157 : 1221-1223, December, 1991.
- 11) 伊東克能, 藤田信行, 小川 肇, 他 : MRI の子宮内膜癌筋層浸潤診断における有用性について. *日磁医誌*, 11 (2) : 129-133, 1991.
- 12) Hricak H, Rubinstein LV, Gherman GM, Karstaedt N : MR imaging evaluation of endometrial carcinoma : Results of a NCI cooperative study. *Radiology*, 179 : 829-832, 1991.
- 13) Janus C : Gynecologic magnetic resonance imaging. *Urol Radiol*, 13 : 29-40, 1991.
- 14) Gordon AN, Fleischer AC, Dudley BS, et al. : Preoperative assessment of myometrial invasion of endometrial adenocarcinoma by sonography (US) and magnetic resonance imaging (MRI). *Gynecologic Oncology*, 34 : 175-179, 1989.
- 15) Hricak H, Hamm B, Semelka RC, et al. : Carcinoma of the uterus : Use of gadopentetate dimeglumin in MR imaging. *Radiology*, 181 : 95-106, 1991.
- 16) Sironi S, Colombo E, Villa G, et al. : Myometrial invasion by endometrial carcinoma : Assessment with plain and gadolinium-enhanced MR imaging. *Radiology*, 185 : 207-212, 1992.
- 17) 前原康延, 橋田 巖, 片野 進, 松本寛子 : 子宮体癌のMRI, 特に造影MRIの信号強度の検討. *日磁医誌*, 13 (3) : 160-168, 1993.
- 18) 吉原英介 : 子宮体癌に対する経腔走査超音波断層法とMRIの有用性について一筋層浸潤と頸部浸潤の評価一. *岡山医誌*, 104 : 489-499, 1992.
- 19) Demas BE, Hricak H, Jeffe RB : Uterine MR imaging : Effects of hormonal stimulation.

- Radiology, 159 : 123-126, 1986.
- 20) 伊東克能, 本城和光, 須田博喜, 他 : Dynamic MRI による子宮体部筋層の評価—正常例における検討—. 日本医放会誌, 51 (8) : 973-975, 1991.
 - 21) Hirano Y, Kubo K, Hirai Y, et al. : Preliminary experience with gadolinium-enhanced dynamic MRI imaging for uterine neoplasms. Radiographics, 12 : 243-256, 1992.
 - 22) 井筒 睦 : 子宮内膜癌の dynamic MRI. 日磁医誌, 13 (1) : 11-22, 1993.
 - 23) Ito K, Matsumoto T, Nakada T, et al. : Assessing myometrial invasion by endometrial carcinoma with dynamic MRI. J Comput Assist Tomogr, 18 (1) : 77-86, 1994.
 - 24) Brown GF, Beliby JOW, Tarbit MH : The blood supply of the uterus-1. arterisl vasculature-. The Journal of Obstetrics and Gynaecology of the British Commonwealth, 77 (8) : 673-689, 1970.
 - 25) Brown GF, Beilby JOW, Tarbit MH : The blood supply of the uterus-2. venous pattern-. The Journal of Obstetrics and Gynaecology of the British Commonwealth. 77 : 682-689, 1970.
 - 26) Scoutt LM, Flynn SD, Luthringer DJ, et al. : Junctional zone of the uterus : Correlation of MR imaging and histologic examination of hysterectomy specimens. Radiology, 179 : 403-407. 1991.
 - 27) Brown HK. Scroll BS, Nicosia SV, et al. : Uterine junctional zone : Correlation between histologic findings and MR imaging. Radiology, 179 : 409-413, 1991.
 - 28) Demas BE, Hricak H, Jaffe RB : Uterine MR imaging : Effects of hormonal stimulation. Radiology, 159 : 123-126, 1986.
 - 29) Scoutt LM, McCarthy SM : Applications of magnetic resonance imaging to gynecology. Top Magn Reson Imag, 2 (3) : 37-49, 1990.
 - 30) Posniak HV, Olson MC, Dudiak CM, et al. : MR imaging of uterine carcinoma : Correlation with clinical and pathologic findings. Radiographics, 10 : 15-27, 1990.
 - 31) Yazigi R, Cohen J, Munoz AK, Sandstad J : Magnetic resonance imaging determination of myometrial invasion in endometrial carcinoma. Gynecologic Oncology, 34 : 94-97, 1989.
 - 32) Yamashita Y, Mizutani H, Torashima M, et al. : Assessment of myometrial invasion by endometrial carcinoma : Transvaginal sonography vs contrast-enhanced MR imaging. AJR, 161 : 595-599, 1993.
 - 33) Brown JJ, Thurnher S, Hricak H : MR imaging of uterus : Low-signal-intensity abnormalities of the endometrium and endometrial cavity. Magn Reson Imag, 8 : 309-313, 1990.
 - 34) 友國弘敬 : 子宮体癌に対する超音波断層法の有用性について—経腹走査と経腔走査の比較を中心に—. 岡山医誌, 104 : 501-510, 1991.
 - 35) Joja I, Asakawa M, Kanazawa S, Togami I, Ajiki M, Hiraki Y : Dynamic MR imaging of endometrial carcinoma with Turbo-FLASH technique. RSNA, 189 : 375, 1993.

Evaluation of Endometrial Carcinoma by Multislice Dynamic MR Imaging with Turbo FLASH

Mari ASAKAWA

*Department of Radiation Medicine,
Okayama University, School of Medicine
2-5-1 Shikata-cho, Okayama-city, Okayama 700*

The purpose of this study is to investigate the usefulness of multislice dynamic MR imaging with Turbo FLASH in assessing myometrial invasion by endometrial carcinoma. Dynamic MR imaging was performed with bolus injection of Gd-DTPA and with 1.5-T Siemens Magnetom imager using Turbo FLASH. Thirty-six endometrial carcinomas were evaluated with pathologic correlation. Junctional zone showed more rapid contrast enhancement effects than myometrium even after menopause.

Contrast to noise ratio between junctional zone and endometrial carcinoma was the highest about fifty seconds after bolus injection. Only at that time could the degree of invasion to junctional zone in post-menopausal women whose junctional zones could not be seen on T₂-weighted images or contrast-enhanced T₁-weighted images be evaluated correctly.

The accuracy in assessing myometrial invasion with T₂-weighted images, postcontrast T₁-weighted images, and dynamic MR imaging was 75%, 81% and 89% respectively. Though there isn't statistical significance, multislice dynamic imaging with Turbo FLASH technique is considered to be a useful imaging method for the pre-operative assessment of myometrial invasion by endometrial carcinoma.