

子宮頸癌放射線治療効果評価における Magnetic Resonance Imaging (MRI) の意義

杏林大学医学部産婦人科学教室 (主任: 中村幸雄教授)

飯 塚 義 浩

Clinical Significance of Magnetic Resonance Imaging (MRI) in Evaluation of Radiotherapeutic Effect on Uterine Cervical Cancer

Yoshihiro IIZUKA

Department of Obstetrics and Gynecology, Kyorin University School of Medicine, Tokyo

(Director : Prof. Yukio Nakamura)

概要 子宮頸癌放射線治療症例における治療効果評価の客観性向上を目的として Magnetic Resonance Imaging (MRI) 所見の解析を行った。対象は当科にて初回治療として放射線治療を行い治療前後に MRI での評価を行った27例とした。MRI 所見の評価は子宮頸部の high intensity area (HIA) と5項目の子宮外進展所見 (腔浸潤, 子宮傍組織浸潤, 膀胱浸潤, 直腸浸潤, リンパ節腫大) について行い, 子宮頸部の組織診所見および治療開始後3年間の臨床経過との関係を検討した。

T₂強調画像における子宮頸部 HIA の所見陽性率は治療前96%, 治療終了時63%であり, 17例の治療終了時 HIA 遺残例中 follow-up MRI を施行し得た10例では3~8カ月の経過で HIA は消失した。この10例中照射終了時の組織診で viable な癌細胞遺残と評価されたのは3例で, 3例とも HIA の消失に先行して癌細胞は陰性化した。以上の経過と組織診所見の対比により治療後早期の HIA の遺残は多くは壊死および肉芽組織など組織の放射線による変化を反映したものであることが判明した。治療後の子宮頸部 HIA の有無と癌細胞検出の有無の一致率は, 治療後6カ月以内の49%に対し7カ月以後では93%であり, 治療後7カ月以後に認められた HIA は再発巣である可能性の高いことが明らかとなった。子宮外進展所見については各項目ごとに進行程度に応じたスコアを設定して検討したところ, 非再発例では治療後早期に12例全例スコア3点以下となり, 直腸腔瘻を生じた1例を除き経過観察中点数の増加は認められなかった。これに対し再発・再燃例では治療後3点以上であったものが10例中4例あり, うち3例は治療後1年以内に癌死した。また1年以後に局所再発した症例では一度消失した子宮外進展所見が再発時再び出現増悪した。

以上より, MRI は一定の限界はあるものの, 経時的に所見の対比を行うことにより頸癌の放射線治療効果評価ならびに治療後の管理に有用であると考えられた。

Synopsis Serial magnetic resonance imaging (MRI) studies were performed in 27 patients undergoing primary radiation therapy for invasive cervical carcinoma, to assess the efficacy of this therapy. MRI findings included a high intensity area (HIA) in the uterine cervix and five parameters indicative of extrauterine spreading of the carcinoma: vaginal invasion, parametrial invasion, vesical invasion, rectal invasion and lymph node enlargement. In 26 of the 27 (96%) cases, the HIA was found prior to treatment, and remained in 17 (63%) cases at the end of the treatment. But in 10 of the patients with a residual HIA, this region resolved 3 to 8 months after treatment, and these patients had no evidence of residual tumor in the cervix on pathologic examination. The accuracy was lower in MRI examinations performed less than 6 months after the treatment (49%) than in examinations performed more than 7 months after the treatment (93%), suggesting that the HIA in the early post-treatment phase may be related to inflammatory changes. Findings indicative of extrauterine spreading decreased following treatment, but patients with recurrence had higher scores than those with no evidence of recurrence completion of the primary therapy. Furthermore,

in 2 patients with local recurrence more than 1 year after treatment, the abnormal MRI findings reappeared and increased after the initial resolution of these findings with treatment. The present results indicate that MRI is clinically effective in evaluating the effects of radiotherapy in patients with cervical cancer.

Key words: Uterine cervical carcinoma • Magnetic resonance imaging • Radiotherapy

緒 言

Magnetic Resonance Imaging (MRI) では T_2 強調画像において子宮頸癌組織が high intensity area (HIA) として描出されるため、正常頸部筋層と癌組織の識別が可能であることが明らかにされている。我々はすでに MRI 所見と手術・病理所見の詳細な対比を行い、頸癌進行度評価において MRI が有用であることを報告してきた¹⁾²⁾。このことにより MRI は、手術的な進行度の確認を行い得ない放射線単独治療例の治療効果の評価ならびに治療後の経過観察の有力な手段になるものと思われるが、この点に関する報告は少ない。したがって本研究ではまず第一に、放射線治療に伴う子宮頸部 HIA の推移と、病理学的な癌組織の消長、および壊死・肉芽組織や線維化など放射線治療による組織の変化との関係を比較検討した。さらに現在までほとんど報告のみられない癌の子宮外進展の所見の変化についても、我々の手術治療例における成績²⁾に基づいて評価を試み、頸癌の放射線治療例における MRI の有用性と限界を究明することを目的とした。

研究対象および方法

1. 対象

1988年1月より1991年12月までの間に杏林大学医学部付属病院産婦人科において初回治療として放射線療法を行った子宮頸癌症例のうち、治療前後に MRI を施行した27例を対象とした。年齢は39～83歳(平均値62.7歳)、臨床進行期分類は Ib 期1例、IIb 期3例、IIIb 期17例、IVa 期3例、IVb 期3例であり、その組織型は26例が扁平上皮癌、他の1例は腺扁平上皮癌であった。なお IIb 期以下の症例は高年齢や内科疾患の合併により放射線療法が選択された。放射線治療は患者の状態により各症例ごと個別に決定され施行されたが、根治的照射としては原則として外部照射を前後対向2門で全骨盤30Gy および中央遮蔽にて20Gy 施行し、

さらに remote afterloading system (RALS) を A 点線量1回6Gy にて2～4回行った。骨盤腔外に転移巣を認めた進行症例には姑息的照射として骨盤腔への40～50Gy の照射のほか、症例により適宜腔内照射あるいは転移巣への照射を行った。また対象症例中1例は放射線治療後子宮全摘術が行われた。治療後再発・再燃を認めた症例には症例により化学療法や放射線療法が施行された。

2. MRI の撮影方法

MRI 装置は静磁場強度0.5tesla の超電導型東芝 MRT-50A を用い、撮像は spin echo 法にて行い、repetition time (TR) 500msec, echo time (TE) 20～40msec で T_1 強調画像を、TR 1,800～2,000msec, TE 20～40msec で proton density 画像、TR 1,800～2,000msec, TE 60～90 msec で T_2 強調画像を撮影し、矢状断像および横断像を得た。

3. MRI 所見の評価

MRI による評価は当教室における手術治療例での成績²⁾³⁾に基づき、HIA として描出される子宮頸部病巣と、5項目の子宮外進展所見(腔浸潤、子宮傍組織浸潤、膀胱浸潤、直腸浸潤、リンパ節腫大)について評価を行った。また子宮外進展所見の評価に関してはさらに細分化し以下のような進行度評価基準を設定して画像の解析を行った。

a) 腔浸潤

T_2 強調画像において子宮頸部病巣より連続した HIA が腔方向に伸びているものを所見陽性とし、腔下1/3を超えないものを IIa 期、超えるものを IIIa 期相当とした。

b) 子宮傍組織浸潤

T_2 強調画像において low intensity な正常頸部間質が断裂し、傍組織内に頸部病巣とほぼ同じ intensity をもつ異常陰影が拡がっているものを所見陽性とし、異常陰影が骨盤壁に達しないものを IIb 期、達するものを IIIb 期相当として評価し

た。

c) 膀胱・直腸浸潤

T₂強調画像にて膀胱・直腸方向の正常子宮筋層がHIAにより破綻し、同一sliceのT₁強調画像もしくはproton density画像で頸部と膀胱・直腸間の結合織に相当するhigh intensityなbandが断裂しているものを所見陽性でII期相当とした。さらに癌を示すHIAが膀胱・直腸筋層に及んだものをIIIb期相当、膀胱・直腸粘膜を破綻したものをIVa期相当として評価を行った。

d) リンパ節腫大

リンパ節腫大については、松原の検討結果に基づき最大径15mm以上のリンパ節が描出されたものを転移陽性として評価した³⁾。

4. MRIの撮影時期およびfollow-up

MRIは27例全例において治療前、治療終了時に施行し、照射前後の所見を対比した。さらに所見遺残例を中心に14例25検査のfollow-up MRIを行って検討を加えた。これらMRI所見と頸管内搔爬を含む子宮頸部の組織診・細胞診の所見、および治療開始後3年間の臨床経過との関係に対比した。なお組織診における治療効果の判定は、日本癌治療学会・癌治療効果判定基準作成委員会による婦人科がんの治療による組織学的効果判定基準(1989)に準拠して評価を行った。

研究成績

1. 子宮頸部HIAの推移

全27例の子宮頸部HIAの所見陽性率は治療前96%、治療終了時63%であり、対象症例中3年予後の判明している22例につき、HIAの治療後の推移と細胞診・組織診所見および臨床経過との関係を検討した(図1)。

a) 非再発例

内診、子宮頸部の細胞診・組織診、胸部X線やCT等他の画像診断や腫瘍マーカーを含む定期的検索で再発所見を認めないものを非再発例とした。12例の非再発例中Ib期の1例では治療前子宮頸部にHIAは描出されていなかった。治療後は、子宮頸部の細胞診においてclass IV以上、組織診では組織学的効果判定基準Grade 0, 1をviableな癌細胞遺残として評価すると、このIb期の症例

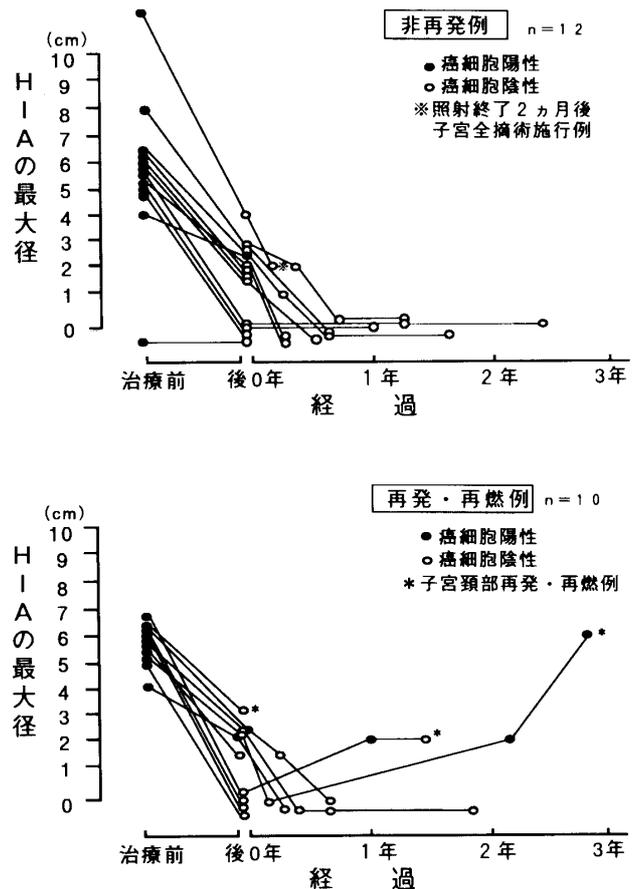


図1 子宮頸部HIAの推移

は治療終了時 viable な癌細胞の遺残は認められずMRIでもHIAは描出されなかった。

治療前HIAが描出されていた11例では、3例で照射終了時HIAが消失し細胞診・組織診でも悪性所見が消失、他の8例では照射終了時HIAが遺残した。HIAの遺残した8例中、7例では細胞診・組織診上明らかな悪性所見の遺残は認められず組織診の所見は壊死および肉芽組織であった。この7例中6例でfollow-up MRIが行われたが、うち5例では治療後3~8カ月の経過でHIAは消失(写真1)、follow-up MRIを行った他の1例は照射終了2カ月後に子宮頸部に最大径約2cmのHIAが遺残していたため子宮全摘術を行ったが、摘出子宮においても viable な癌細胞の遺残は認められず、HIAが壊死巣および肉芽組織によるものであることが判明した。照射終了時HIAが遺残した8例のうち、viableな癌細胞の遺残が認められたものは1例のみであった。本例では照射

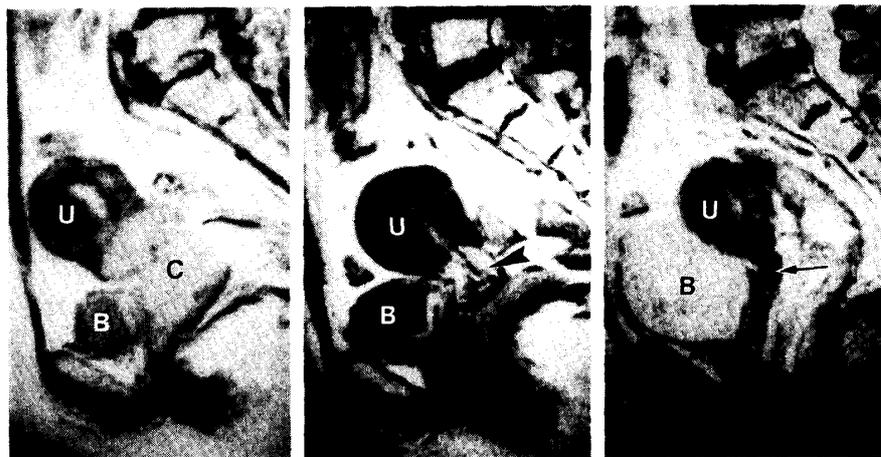


写真1 子宮頸部 HIA の推移。非再発例，spin echo 法，2,000/40~80，矢状断像。
a. 放射線治療前，b. 治療終了時，c. 治療終了後6カ月，C：頸部病巣，U：子宮体部，B：膀胱，照射後経過とともに HIA は縮小（▲），照射終了6カ月後には消失（↑）。照射終了時には HIA の遺残は認めるが，組織診では壊死および肉芽組織であり viable な癌細胞の遺残は認められなかった。

a | b | c

終了3カ月後にも HIA が描出されていたが，組織診上 viable な癌細胞は認められなくなり，照射終了7カ月後の follow-up MRI では HIA も消失をみた。同時に施行した組織診の所見は線維・癒痕組織であった。

b) 再発・再燃例

10例の再発・再燃例はすべて死の転帰をとった。治療後，遠隔転移を含め子宮頸部以外に再発・再燃病巣が認められたものは7例，子宮頸部に再発・再燃を認めたものは3例あり，10例全例で治療前子宮頸部に HIA が描出されていた。

子宮頸部以外に再発・再燃した7例中，照射終了時の MRI で子宮頸部の HIA が消失したのは3例で，細胞診・組織診でも癌細胞は陰性化していた。7例中 HIA が遺残したものは4例あり，このうち照射終了時癌細胞が陰性であったものは2例，viable な癌細胞が認められたものは2例であった。HIA 陽性・癌細胞陰性の2例中 follow-up MRI を行った1例では4カ月後に HIA は消失した。viable な癌細胞が認められた2例も，3カ月後癌細胞は消失，HIA もそれに引き続き陰性化した。これら7例では死に至るまで子宮頸部に明らかな再発所見は認められなかった。

子宮頸部に再発・再燃した3例中，2例は治療後 HIA が消失し癌細胞も陰性化した，再発に伴って HIA も再出現をみた（写真2）。他の1例は早期に再燃して全身状態が悪化したため follow-up MRI は施行できなかった。この例では治療後 HIA の遺残はみたものの照射終了時点の頸部組織診では viable な癌細胞は証明し得なかった。

2. MRI 施行時期による子宮頸部 HIA と癌病巣の有無の関係

今回対象とした全27例の治療後に施行した MRI 52検査について，照射終了6カ月以内とそれ以後に分け，HIA 描出の有無と癌病巣の有無の関係につき検討した。その結果，照射終了後6カ月以内での HIA の有無と viable な癌細胞の有無の一致率は49%であったのに対し，7カ月以後では93%と有意な差 ($p < 0.01$) が認められ，治療後7カ月以上経過した時期での再発診断における MRI の有用性が判明した（表1）。

3. 子宮外進展所見の推移

全27例の子宮外進展を示す各所見の治療前後における陽性率は各々膣浸潤89%，15%，子宮傍組織浸潤85%，22%，膀胱浸潤81%，44%，直腸浸潤

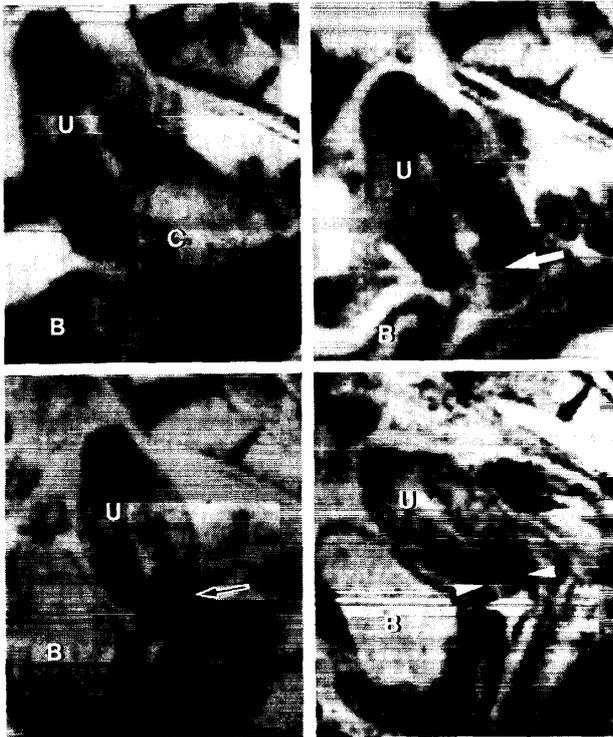


写真2 子宮頸部 HIA の推移. 子宮頸部再発例, spin echo 法, 2,000/60~90, 矢状断像.

a. 放射線治療前, b. 治療終了時, c. 治療終了後2ヵ月, d. 再発時(治療終了後2年2ヵ月), C: 頸部病巣, U: 子宮体部, B: 膀胱, 経過とともに HIA は縮小(⇓)・消失(↑)したが, 再発時再び頸部に HIA が出現(Δ)した.

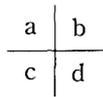


表1 MRI 施行時期による子宮頸部 HIA と癌病巣の有無の関係(27例52検査)

	MRI 所見				計	Sensitivity	Specificity	PPV	NPV	Accuracy (%)
	TP	TN	FP	FN						
照射終了時 ~6ヵ月	3	15	18	1	37	75	45	14	94	49
7ヵ月以後	3	11	1	0	15	100	92	75	100	93

TP:true positive, TN:true negative, FP:false positive, FN:false negative, PPV:positive predictive value, NPV:negative predictive value.

26%, 19%, リンパ節腫大26%, 11%であり, さらに3年予後の判明している22例について, 前述の子宮外進展所見をスコア化し(表2), その合計点数

表2 MRI による子宮外進展所見の進行度評価スコア

MRI 所見	スコア(点)			
	0	1	2	3
腔浸潤	なし	II期相当	III期相当	
子宮傍組織浸潤	なし	II期相当	III期相当	
膀胱浸潤	なし	II期相当	III期相当	IV期相当
直腸浸潤	なし	II期相当	III期相当	IV期相当
リンパ節腫大	なし	あり		

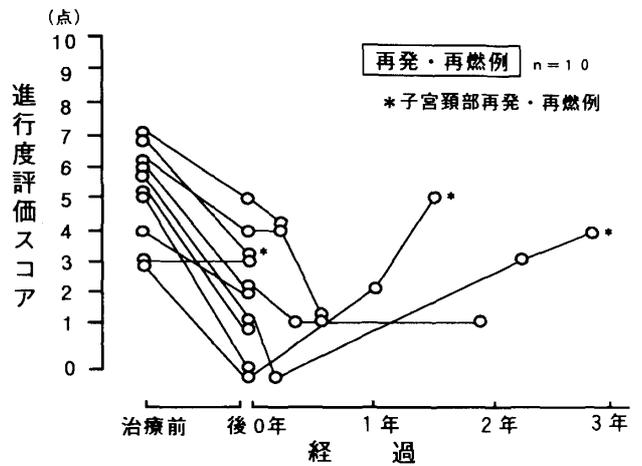
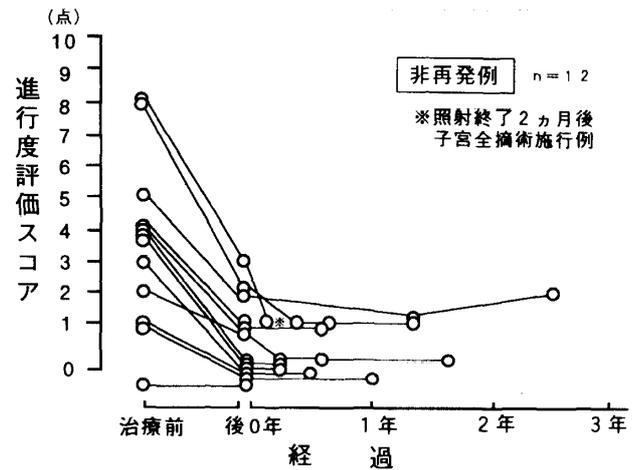


図2 子宮外進展所見の推移

の推移と臨床経過との関係を解析した(図2).

a) 非再発例

非再発例の臨床進行期分類はIb期1例, IIb期2例, IIIb期8例, IVa期1例の計12例であり, MRIにおける子宮外進展所見の進行度評価スコアでは, 治療前0点と評価されたのはIb期の1例のみでありその他の症例はスコア1点から最高8点であった. 照射終了時には全例でスコア点数の減少を認め, 3点と評価されたIIIb期の1例を除

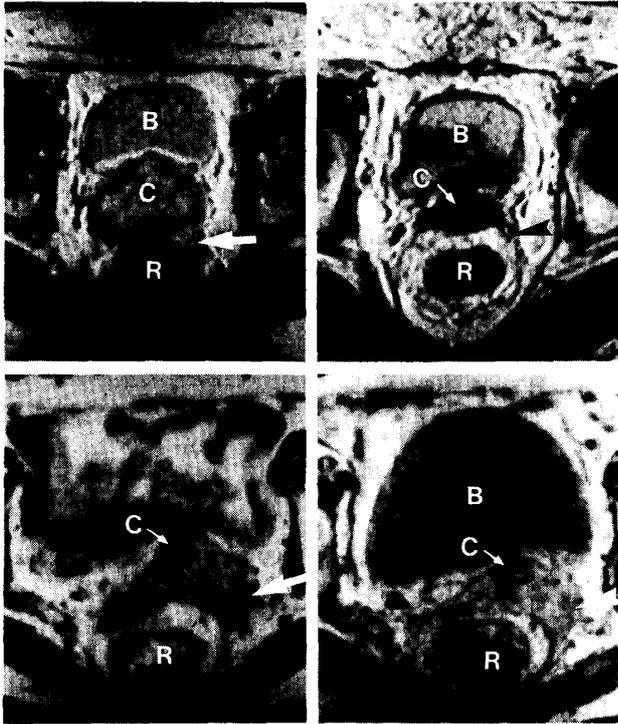


写真3 子宮外進展所見の推移。子宮傍組織浸潤例，spin echo 法，2,000/40～80，横断像。

[所見消失例（非再発例）]

a. 放射線治療前，b. 治療終了後4カ月

[所見遺残例（再燃例）]

c. 放射線治療前，d. 治療終了後3カ月

C：子宮頸部，B：膀胱，R：直腸，両症例とも治療前著明な傍組織浸潤所見（↑）を認めるが，所見消失例では治療後 low intensity な線維性組織（▲）に変化し，遺残例では照射前とほぼ同様の intensity を有する領域（△）が残存している。

a	b
c	d

きいずれも2点以下となっていた。この3点と評価された症例は照射終了2カ月後に子宮全摘術を行った症例であり，手術所見および摘出標本においては明らかな癌細胞の遺残は認められず，手術直前のMRIではスコアは1点まで低下していた。他の11例中 follow-up MRI を施行し得た8例では1例を除き所見の増悪を示した症例は認められなかった（写真3a, b, 写真4）。その1例は2年5カ月後にスコアが2点に上昇をみたが，これは放射線による直腸腔瘻発生に起因した所見の変化であった。

b) 再発・再燃例

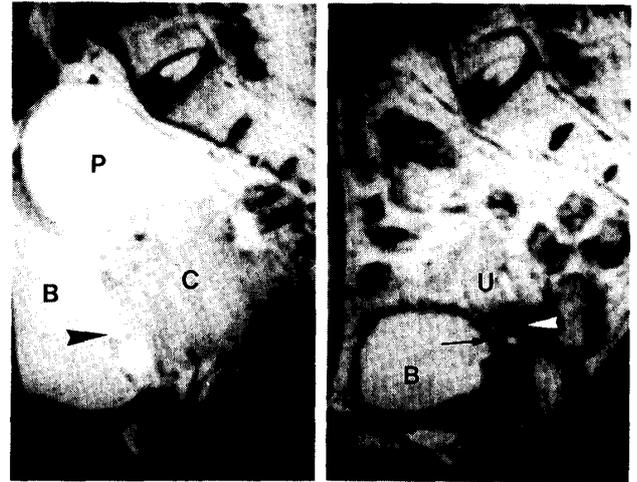


写真4 膀胱浸潤所見の治療前後での変化。非再発例，spin echo 法，2,000/80，矢状断像。

a. 放射線治療前，b. 治療終了後4カ月，B：膀胱，C：頸部病巣，P：子宮留膿症，U：子宮体部，治療前IVa期相当の膀胱浸潤所見（▲）を認めるが，治療後の画像では頸部は著明に縮小（△）し，膀胱筋層に相当する low intensity な band（↑）も識別可能となっている。

a | b

治療後子宮頸部以外に再発・再燃病巣が認められた症例はIIIb期4例，IVb期3例の7例であり，MRIにおける進行度評価スコアは照射前3～7点であった。照射終了時にはIVb期の1例を除きスコアの低下が認められたが，このIVb期の症例を含む3例が3点以上の所見遺残を認めそれぞれ治療後7カ月，10カ月，18カ月で死亡した（写真3c, d）。

3例の子宮頸部再発・再燃例中IVa期の1例は治療後 follow-up MRI を行うことなしに早期に再燃，死亡したが，照射終了時のスコアは3点を示していた。他の2例はIIIb期の症例であり，治療後一度消失した子宮外進展所見はそれぞれ照射終了12カ月，26カ月後頸部再発とともに再び出現増悪し，死の転帰をとった。

考 案

子宮頸癌の病巣がT₂強調画像においてHIAとして描出されるのを初め，MRIでその進行度を反映した多彩な所見が得られることについてはすでに多くの報告があり⁴⁾⁵⁾，我々も手術・病理所見

との詳細な対比によりその有用性を明らかにしてきた¹²⁾。従来放射線治療例の治療効果の評価や治療後の管理は、細胞診・組織診と内診を中心とした理学所見や腫瘍マーカーなどを組み合わせて行っていくのが一般的であったが、近年ではCTを用いた治療後の評価についてもその有用性が報告されている⁹⁾。MRIはこの方面においてCT以上に有用な検査法のひとつになると思われ、本研究では放射線治療に伴うその所見の変化と病理学的検索ならびに臨床経過との関係の詳細な検討を行った。

今回の検討では照射終了時HIA消失例中、治療開始後3年の予後を追跡し得た8例では照射終了時の組織診でも子宮頸部に明らかな癌細胞の遺残は認められなかった。MRIでの腫瘍の描出限界については手術治療例での検討ですでに報告がある²³⁾が、放射線治療後においてはfalse negativeとなることは稀⁷⁾⁸⁾であるとされており、富樫⁹⁾も述べているごとく照射終了直後すでにHIAが認められなければmacroscopicな腫瘍の残存なしと判断でき、臨床的には局所の癌細胞は消失している可能性が高いものと考えられた。

一方照射終了時点で約半数以上の症例にHIAの遺残が認められたが、その後follow-up MRIを施行し得た10例では3～8カ月の経過でHIAは消失した。またこのうち照射終了時癌細胞遺残と評価された症例ではHIAの消失に先立って細胞診・組織診における悪性所見が陰性化した。組織診所見と対比してみると治療後早期のHIAの遺残は壊死および肉芽組織など組織の放射線による変化を反映したものであることが多いことが示唆された。Flueckiger et al.⁷⁾も我々と同様の知見を得ており、治療後早期にHIAの遺残があっても画像所見のみの評価に基づく局所の治療の追加は妥当ではないと考えられた。

治療後の局所再発の診断に関して、子宮頸部HIAの有無と癌細胞検出の有無の一致率は治療後6カ月以内では49%に過ぎないのに対し7カ月以後では93%と高率であり、Hricak et al.⁸⁾でもほぼ同様の成績を報告している。このことは治療終了後早期のfollow-upでのMRIの再発の診断に

おける限界を示しているが、逆に治療後半年以上経過した症例においてはその有用性が高くなることを示している。

MRIによる癌の子宮頸部以外での再発診断については、Weber et al.¹⁰⁾も述べているようにT₂強調画像におけるhigh intensityな病巣の描出が最も重要である。特に治療後6カ月以後ではEbner et al.¹¹⁾の報告にもあるとおり、放射線によって線維化した組織はlow intensityとなり、high intensityな再発巣との鑑別診断はより容易となるものと考えられる。しかしMRIによるその評価は、腫瘍のみならず骨盤腔内における臓器組織が放射線によって大きな影響を受けさらに経時的に変化するというSugimura et al.¹²⁾、Hricak et al.⁸⁾などの検討成績からも明らかなように、頸部での再発の診断に比して十分な慎重さが要求される。本研究では、我々の手術治療例での評価に基づいた、子宮外進展所見の各項目における進行度に応じたスコアを設定し、全所見の総合的な評価と臨床経過との比較を試みた。非再発例においては治療後早期にスコアの合計は3点以下に低下し、直腸腔瘻を生じた1例を除きfollow-up MRIを施行し得た症例では経過観察中点数の上昇は認められなかった。これに対し10例の再発・再燃例中照射終了時0点と評価されたのは2例にすぎず、3点以上の所見の遺残をみた4例中3例が治療後1年以内に癌死の転帰をとった。また治療後1年以上経過した後局所再発した症例では、治療後一度消失した子宮外進展所見が再発時再び出現増悪した。

頸癌の放射線治療効果の評価ならびに再発の診断については、先に述べたようにいくつかの報告がある。しかしながら、治療前後の所見を比較しているFlueckiger et al.⁷⁾の報告では、HIAの消長についてのみ述べられ、子宮頸部病巣と同様に重要な癌の子宮外進展の治療による変化については検討されていない。さらに再発の診断に関してはHricak et al.⁸⁾、Weber et al.¹⁰⁾、Ebner et al.¹¹⁾の報告があり、子宮頸部以外での再発巣の画像診断所見についても述べられているが、再発時の画像のみの評価を中心としており、それらかなり進

行した症例を含んでいる。これに対し本研究では、子宮頸部 HIA の消長と同部の病理学的変化のみでなく、子宮外進展所見を含めた治療前後の MRI 所見の変化の詳細な検討を行い、さらにその経時的変化を追った成績を報告した。本研究での成績は、治療直後と follow-up 時の MRI 所見の対比が再発の早期診断において極めて重要であることを示している。すなわち治療後のスコアが高点数のものは再発・再燃の risk が高いことが示唆され、follow-up 時におけるスコアの再上昇は再発・再燃を示すものである可能性が高いことが推察された。ただしその臨床上の位置付けを確定するためには、今後更なる症例の集積と長期間に亘る MRI による症例の follow-up が必要であり、臨床診断の基礎となる内診も含め他の画像診断や病理学的な検索の結果を総合して検討を進めていく必要があるものと考えられる。

稿を終えるにあたり、終始御懇篤なる御指導および御校閲を賜った恩師中村幸雄教授に深く感謝致します。さらに吉村泰典助教授、高橋康一講師の本研究への御協力に感謝致します。また御助言をいただいた杏林大学医学部放射線科教室、古屋儀郎名誉教授、蜂屋順一教授、高山 誠助教授に厚く御礼申し上げます。

文 献

1. 高橋康一, 松原 雄, 山内 格, 飯塚義浩, 宮坂康夫, 葉梨秀樹, 小菅浩章, 野口顕一. 子宮頸癌の拡がり診断はどこまで可能か—CT, MRI—. 産科と婦人科 1991; 58: 1474—1486
2. 高橋康一, 飯塚義浩, 松原 雄, 吉岡増夫, 山内格, 吉村泰典, 中村幸雄. 子宮頸部悪性腫瘍の診断. 産婦人科の世界 1993; 45: 665—674
3. 松原 雄. 子宮頸癌進行度評価における Magnetic Resonance Imaging (MRI) の意義. 日産婦誌 1993; 45: 1115—1122
4. Hricak H, Lacey CG, Sandles LG, Chang YCF,

- Winkler ML, Stern JL. Invasive cervical carcinoma: Comparison of MR imaging and surgical findings. Radiology 1988; 166: 623—631
5. Togashi K, Nishimura K, Sagoh T, Minami S, Noma S, Fujisawa I, Nakano Y, Konishi J, Ozasa H, Konishi I, Mori T. Carcinoma of the cervix: Staging with MR imaging. Radiology 1989; 171: 245—251
6. 鈴木正彦, 高橋康一, 山内 格, 飯塚義浩, 野口顕一. CT による子宮頸癌放射線療法管理. 産科と婦人科 1991; 10: 1919—1925
7. Flueckiger F, Ebner F, Poschauko H, Tamussino K, Einspieler R, Ranner G. Cervical cancer: Serial MR imaging before and after primary radiation therapy—A 2-year follow-up study. Radiology 1992; 184: 89—93
8. Hricak H, Swift PS, Campos Z, Quivey JM, Gildengorin V, Göranson H. Irradiation of the cervix uteri: Value of unenhanced and contrast-enhanced MR imaging. Radiology 1993; 189: 381—388
9. 富樫かおり. 子宮頸癌の放射線治療・動注療法. 婦人科疾患の MRI 診断 東京: 医学書院, 1990; 136—141
10. Weber TM, Sostman HD, Spritzer CE, Ballard RL, Meyer GA, Clarke-Pearson DL, Soper JT. Cervical carcinoma: Determination of recurrent tumor extent versus radiation changes with MR imaging. Radiology 1995; 194: 135—139
11. Ebner F, Kressel HY, Mintz MC, Carlson JA, Cohen EK, Schiebler M, Gefter W, Axel L. Tumor recurrence versus fibrosis in the female pelvis: Differentiation with MR imaging at 1.5 T. Radiology 1988; 166: 333—340
12. Sugimura K, Carrington BM, Quivey JM, Hricak H. Postirradiation changes in the pelvis: Assessment with MR imaging. Radiology 1990; 175: 805—813

(No. 7691 平7・9・11受付)