

前立腺および膀胱頸部病変における経直腸的MRIの有用性

三重大学医学部泌尿器科学教室（主任：川村寿一教授）

杉村 芳樹, 林 宣男, 山下 敦史, 金原 弘幸
有馬 公伸, 栃木 宏水, 川村 寿一ENDORECTAL MAGNETIC RESONANCE IMAGING OF
THE PROSTATE AND BLADDERYoshiki Sugimura, Norio Hayashi, Atsushi Yamashita,
Hiroyuki Kinbara, Kiminobu Arima, Hiromi Tochigi
and Juichi Kawamura*From the Department of Urology, Mie University School of Medicine*

Endorectal magnetic resonance imaging (MRI) using an endorectal surface coil has been evaluated basically and clinically. This new modality obtained increased resolution magnetic resonance images of the pathologic conditions of the prostate and bladder. Compared with images obtained with a body coil, the surface coil images clearly demonstrate prostatic intraglandular zonal anatomy. The clear images of prostatic capsule and neurovascular bundle seen on the surface coil may contribute to the local staging of prostate cancer. The staging diagnosis of bladder tumor located in the bladder neck will be the best candidate for endorectal MRI. Enhancement with gadolinium may improve the ability to differentiate superficial from deep bladder-wall tumors.

We concluded that endorectal MRI is safely performed and is extremely useful for the local staging of prostate cancer and bladder neck tumor. Further studies will be required to evaluate the clinical significance of this new modality.

(Acta Urol. Jpn. 40:31-36, 1994)

Key words: Endorectal MRI, Prostate, Bladder

緒 言

前立腺および膀胱頸部病変, とくに前立腺癌および膀胱腫瘍の臨床病期診断において, 従来より CT および経直腸あるいは経尿道的超音波断層法による検討がなされてきた。さらに, MRI の普及により, 侵襲が少なくかつ多断面画像によるより正確な画像診断が可能となってきた。当科においても前立腺癌のスクリーニングあるいはステージングにおける超音波診断法および MRI の有用性について検討してきた¹⁻²⁾。しかし, 前立腺癌の局所進展あるいは膀胱腫瘍の筋層浸潤などの臨床上重要な画像診断において, 従来の CT, 超音波断層法および body coil による MRI には限界があると考えられる³⁾。最近, 当科では, 放射線科の協力をえて, 経直腸的なサーフェスコイルを用いた MRI を前立腺および膀胱頸部病変に対して施行している。この新しい画像診断法における基礎的検

討とともに臨床的有用性について検討したので報告する。

対象および方法

MRI 装置は, GE 社製 SIGNA system で 1.5 テスラーであり, 経直腸的プローベは MEDRAD 製 Endorectal Surface Coil を用いた。Fig. 1 には経直腸的プローベシステムを示すが, レシーバコイルはゴム製のバルーンの中にあり (Fig. 1-b), このバルーン部分を直腸内に挿入し, 約 80 ml の空気にてインフレーションしプローベを固定したのち, 通常の仰臥位にて検査を施行した。撮影方法は SE 法, 水平断, T1 強調像, T2 強調像を基本とし, 場合により他の断面像, あるいは gadolinium (Gd-DTPA) による造影も施行した。全検査時間は約 40 分であった。対象患者は平成 3 年 4 月より当科入院となった前立腺癌 8 例, 膀胱腫瘍 5 例, 前立腺肥大症 2 例の 15 例であり, 男性

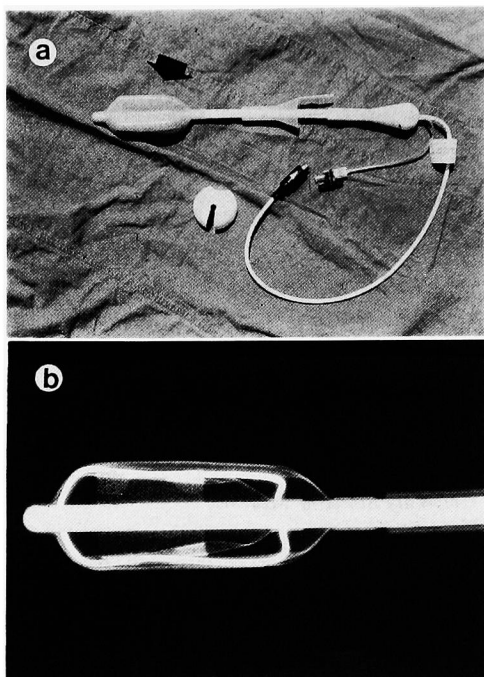


Fig. 1. Endorectal MRI system. a: Balloon (arrow) is inserted into the rectum and fixed by air inflation. b: endorectal surface coil within the balloon.

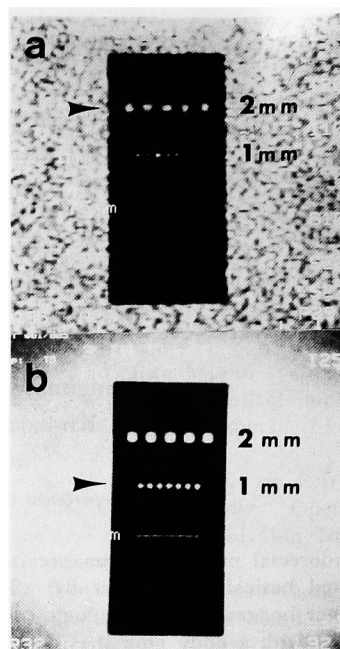


Fig. 2. Phantom experiment for the space resolution. a: body coil. resolution limit is 2 mm (arrow). b: endorectal surface coil. resolution limit is 1 mm (arrow).

13例, 女性 2 例であった。

結 果

Fig. 2 には、放射線科においておこなったファントムによる空間分解能実験を示すが、T1 強調画像で、field of view (FOV) を 16 cm, 3 mm 厚, matrix 256×192 としたとき、body coil における空間分解能は 2 mm であったのが (Fig. 2-a), endorectal surface coil では 1 mm となり (Fig. 2-b) 解像力の向上が示された。また、1 cm 間隙格子ファントムによる空間分解能にて (Fig. 3), 有効な信号感度領域は 3~5 cm と考えられた。

実際の臨床症例を呈示する。

Fig. 4 には正常前立腺の T2 強調、横断像画像を示し、尿道周囲 (periurethral zone, PUZ) は低信号域であり、peripheral zone (PZ) の高信号域と区別され、前立腺 zonal anatomy が明瞭に描出されている。しかし、central zone (CZ) と PZ との画像上の区別は困難であった。前立腺被膜は低信号のバンドとして認められ、両側の神経血管束も明瞭に認められた。

Fig. 5 は前立腺肥大症の患者の T2 強調、横断画

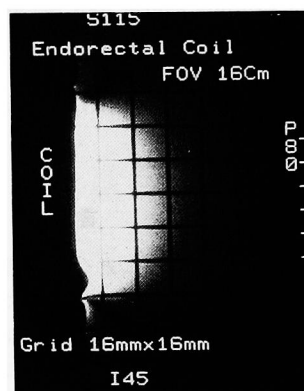


Fig. 3. Phantom experiment demonstrated the signal sensitive area is within 3~5 cm from the coil.

像であり、transition zone に腫大した肥大症結節が低信号域として認められ、高信号域の peripheral zone は直腸側に圧迫されている。

Fig. 6 は生検により中分化型腺癌組織を認めている前立腺癌の患者の T2 強調、横断画像である。右葉の peripheral zone に輪郭の不整な低信号域を呈する癌病巣を認め、同部位において前立腺被膜が不整で

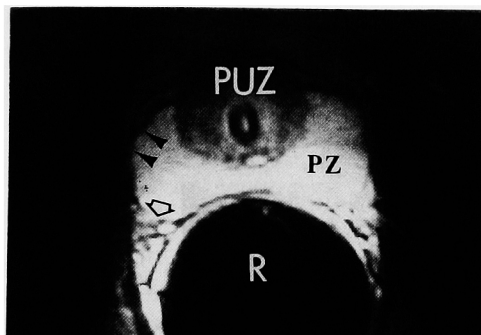


Fig. 4. Normal prostate gland, T2 weighted, transverse section. Prostatic capsule (arrow heads) and neurovascular bundle (open arrow) are clearly demonstrated. (PUZ: periurethral zone, PZ: peripheral zone, R: rectum)

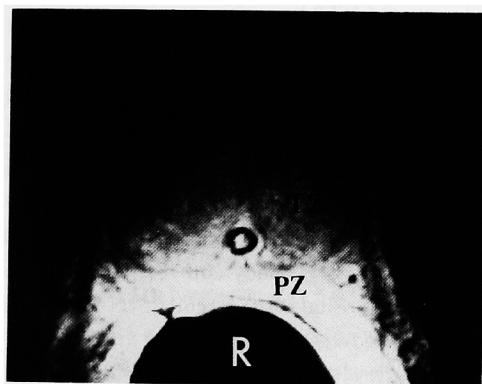


Fig. 5. Benign prostatic hypertrophy, T2 weighted, transverse section. (TZ: transition zone, PZ: peripheral zone, R: rectum)

あり、ステージCと診断された。前立腺摘出標本では被膜浸潤を認め pT3 であった。

Fig. 7 は女性患者における、内尿道口を全周性に取り巻く膀胱腫瘍の MRI 画像における body coil と endorectal surface coil との比較を示す。Fig. 7-a は body coil による T2 強調冠状断面画像を示す。膀胱底に腫瘍陰影を認めるがその画像診断的解像力は低い。Fig. 7-b は同一患者における、Gd-DTPA による造影を併用した経直腸的 MRI 画像である。腫瘍は造影され膀胱頸部右側の膀胱筋層に浸潤していることが明らかであった。左側は膀胱底部の筋層がある程度描出されており、本法の有用性が示唆された。膀胱全摘出術の結果、病理学的においても pT3a と診断された。

Fig. 8 には有茎性膀胱癌患者における endorectal surface coil を用いた冠状断 (Fig. 8-a) および矢状断 (Fig. 8-b) 画像を示す。Gd-DTPA による造影

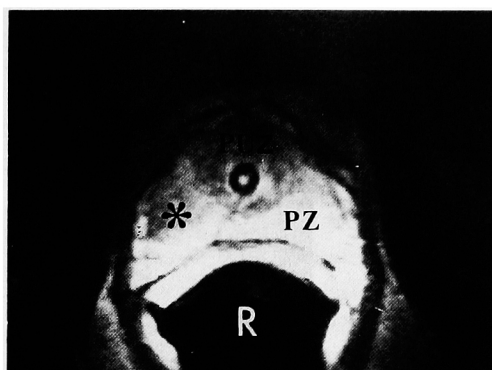


Fig. 6. Prostate cancer, T2 enhanced, transverse section. (PUZ: periurethral zone, PZ: peripheral zone, R: rectum, asterisk: cancer lesion)

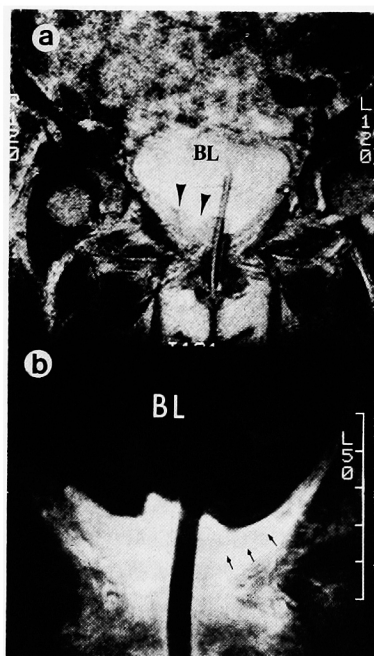


Fig. 7. Advanced bladder tumor located around the internal urethral orifice. a: body coil image. Tumor is indicated by arrows heads. (T2 weighted, coronal section) (BL: bladder). b: endorectal MR imaging. Bladder muscle layers are seen on left bladder neck (small arrows), whereas right muscle layers are invaded by tumor. (T1 weighted with Gd-DTPA, coronal section) (BL: Bladder)

を併用しており、膀胱内へ造影剤の排泄を認めている。腫瘍表面および膀胱粘膜は造影されていないが、膀胱壁は保たれており表在性有茎性腫瘍と考えられ

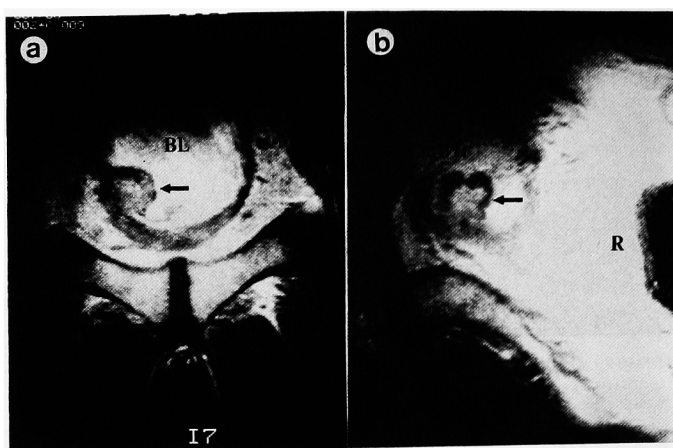


Fig. 8. Papillary pedunculated superficial bladder tumor (arrow). a: T1 weighted with Gd-DTPA, coronal section. b: T1 weighted with Gd-DTPA, sagittal section. (BL: bladder, R: rectum)

た. TUR-BT 施行により pT1b であった.

考 察

前立腺および膀胱頸部病変は、泌尿器科臨床において重要であることはいうにおよばない. とくに前立腺癌および膀胱腫瘍患者の治療法選択において正確な臨床ステージングが求められる. 現在一般的に施行されている画像診断法としては、CT MRI および超音波法があげられる. それぞれ特徴を持ち有用な診断法であることはいうまでもなく、近年のハードウェアの開発進歩はめざましい. とくに前立腺腫瘍に対する経直腸的超音波断層法^{1,2)}および膀胱腫瘍にたいする経尿道的超音波断層法は、病変部位に最も近接しリアルタイムに病変の進展を観察することができる優秀な画像診断法といえる. しかし、前立腺結石の存在する前立腺腫瘍症例あるいは transition zone に発生した前立腺腫瘍症例における経尿道的超音波診断は困難である. また膀胱腫瘍においても、腫瘍表面に結石が付着することもあり、尿管口付近の膀胱腫瘍あるいは膀胱頸部の腫瘍は経尿道的超音波断層法での正確なステージングは困難なことが多い.

MRI の登場は冠状断および矢状断などの多断面撮影を可能とし、これら膀胱頸部の画像診断は飛躍的に向上したことは明らかである. とくに、前立腺疾患の画像診断においては、MRI により腺内の内部構造まで明らかにされてきている. しかし、body coil による解像力に関してはけっして満足できるものではなく、前立腺病変を正確に診断することには限界があると考えられる^{3,4)}. そこで、最近、より解像力の優れた M-

RI 画像をうる目的で病変部位に近接するサーフェスコイルを用いて信号をえる技術が開発されてきた. とくに前立腺疾患に対しては経直腸的サーフェスコイルにより、より前立腺に近づいて撮像が可能となった^{5,6)}.

当院放射線科において行ったファントムによる空間分解能実験によると、body coil では 2 mm であったのが、endorectal surface coil では 1 mm となり 2 倍の解像力の向上が示された. また、格子ファントムによる空間分解能試験によると、コイルより 3~5 cm までの撮像が可能と考えられた. したがって、直腸に近接する前立腺腫瘍および膀胱頸部腫瘍の画像診断には問題がないが、巨大な前立腺腫瘍あるいは膀胱前壁および頂部の膀胱腫瘍に対しては診断が困難と考えられた.

前立腺の経直腸的 MRI 画像では、明らかに body coil 画像より解像力の優れた画像がえられ、従来より報告されている前立腺の MRI 解剖 (magnetic resonance anatomy) が鮮明に描出された. 一般的に前立腺の MRI 画像は、T1 強調画像では周囲組織に比べ低信号の均一な臓器として描出され、zonal anatomy はあまり明確ではない. 一方、T2 強調画像では peripheral zone (PZ) が高信号領域として描出され、尿道周囲の低信号領域とは明確に区分される. これは PZ に水分含有が多く、また間質が少ないためと考えられている^{7,8)}. 尿道周囲の領域は、本稿では periurethral zone (PUZ) と表現した. この PUZ は従来よりいわれている内腺領域にあたり、いわゆる preprostatic sphincter (PPS) および transition zone (TZ) が含まれると考えられるが、その

区別は不明瞭である。しかし、Fig. 5 に示した前立腺肥大症の TZ の信号とこの PUZ の信号は酷似しており、肥大症結節発生病理との関係が興味深い。このように、正常前立腺の MRI 画像としては PUZ と PZ の2つの zone に区別され、PUZ と TZ との関係を含め、今後さらに検討が必要と考えられた。

前立腺癌の MRI 画像については、初期においては種々の報告がなされたが、最近の一般的な解釈として、T2 強調画像において peripheral zone の低信号域が前立腺癌を強く疑う所見とされている。また TRUS と同様に、MRI 画像においても腫瘍細胞の分化度と腫瘍の進展度(腫瘍容積)が画像信号に大きく影響をおよぼすことが知られている⁷⁾。すなわち、Schiebler ら¹⁰⁾によると前立腺癌の信号強度は細胞密度と分化度の現われと考えられ、高一中分化型では腫瘍細胞は密に結節状配列することにより、腺腔内に分泌物貯留が少なくなり T2 強調画像において低信号域となり、低分化型は浸潤性に増殖するため周囲の正常前立腺細胞との区別がつきにくいと説明している。

当科でおこなった前立腺癌症例のほとんどがステージ C 以上の進行癌であったが、前立腺被膜、神経血管束および精嚢腺の内部構造の明確な描出が可能であり、経直腸的 MRI の前立腺癌のステージングにおける有用性が強く示唆された。前立腺癌局所診断における経直腸的 MRI の有用性については、Schnall ら⁶⁾は、ステージ B と C との鑑別において82%の確率率をえることができ、body coil 画像にくらべ平均16%の診断率の向上がえられたと報告している。最近、このような経直腸的 MRI の前立腺癌のステージングにおける有用性を示す報告がなされてきている¹¹⁻¹⁴⁾。

膀胱腫瘍における MRI の有用性についてはすでに多くの報告があるが、一般的には筋層深部浸潤と浅層浸潤との鑑別は可能であるが、粘膜および粘膜下と筋層浸潤の診断は困難であるとされている¹⁵⁾。また、gadolinium による造影法も施行されており、Tanimoto ら¹⁶⁾は表在性膀胱腫瘍と膀胱壁深部浸潤腫瘍との鑑別診断に有用であることを示している。一方、経直腸的 MRI を用いた膀胱腫瘍における MRI の有用性の報告はわれわれが調べたかぎり認めないが、膀胱腫瘍における有用性について当科での検討は膀胱頸部腫瘍の画像診断に非常に有用と考えられた。とくに、gadolinium による造影により、膀胱壁の粘膜層と筋層および腫瘍の描出の可能性が示唆され今後さらに検討を要すると考えられた。

経直腸的 MRI の施行にあたって、直腸に狭窄あ

るいは痔核などの疾患のある患者および直腸の手術の既往のある患者は禁忌としたが、われわれが施行した症例では、全例安全に施行できた。しかし、40分ほど直腸にバルーンが挿入された状態での検査は、患者にとって苦痛であり、この点で MRI 装置のバージョンアップによる高速処理化とより侵襲の少ないプローベを作成するなどの改良が必要と考えられた。

以上、症例数は少ないが、経直腸的 MRI は body coil 画像に比べてより解像力に優れ、前立腺および膀胱頸部疾患において、より詳細な画像診断が可能になると考えられた。とくに前立腺癌では被膜および神経血管束への浸潤の診断に有用と考えられた。また、膀胱腫瘍においては gadolinium による造影を併用することにより、通常画像診断が困難とされている膀胱頸部腫瘍のステージングにおいても有用と考えられた。

結 語

経直腸的なサーフェスコイルを用いた MRI の膀胱頸部および前立腺疾患における有用性について検討した。

1. 経直腸的 MRI は安全に施行でき、body coil 画像に比べより解像力に優れ、詳細な情報がえられることが示された。

2. 前立腺の内部構造が明確に描出され、前立腺癌および肥大症などの前立腺腫瘍性疾患の画像診断に有用と考えられた。

3. 膀胱腫瘍においては、通常画像診断が困難とされている膀胱頸部腫瘍のステージングにおいても有用であると考えられた。

稿を終るにあたり、経直腸的 MRI の基礎的検討資料の御提供をいただき、臨床患者の撮像および診断において御協力いただいた、三重大学医学部放射線科教室(主任: 中川毅教授)の川口達也先生、小林茂樹先生、荒木昭信先生、竹田寛先生、中川毅教授に深く感謝します。なお本論文の要旨は第42回日本泌尿器科学会中部総会(1992年11月7日、名古屋)において発表した。

文 献

- 1) 杉村芳樹, 桜井正樹, 栃木宏水, ほか: 前立腺疾患の超音波所見; 経直腸的超音波ガイド下257生検の検討. 日本超音波医学会講演論文集, 251, 1992
- 2) 杉村芳樹: 前立腺癌の診断と治療. 日医新報 No. 3578: 3-8, 1992
- 3) Rifkin MD, Zerhouni EL, Gastonis CA, et al.: Comparison of magnetic resonance imaging and ultrasonography in staging early

- prostate cancer. Results of a multi-institutional cooperative trial. *N Engl J Med* **323**: 621-626, 1991
- 4) Quint JE, Van Erp JS, Bland PH, et al.: Carcinoma of the prostate: MR images obtained with body coils do not accurately reflect tumor volume. *AJR* **156**: 511-516, 1991
 - 5) Schnall MD, Leskinski RE, Pollack HM, et al.: Prostate: MR imaging with an endorectal surface coil. *Radiology* **172**: 5706 1991
 - 6) Schnall MD, Imai Y, Tomaszewski T, et al.: Prostate cancer: Local staging with endorectal surface coil MR imaging. *Radiology* **178**: 797-802, 1991
 - 7) Hricak H, Dooks GC, McNeal JE, et al.: MR imaging of the prostate gland: Normal anatomy. *AJR* **148**: 51-58, 1987
 - 8) Philips ME, Kressel HY, Spritzer CE, et al.: Normal prostate and adjacent structures: MR imaging at 1.5 T. *Radiology* **164**: 381-385, 1987
 - 9) Parvivar F and Waluch V: Magnetic resonance imaging of prostate cancer. *Hum Pathol* **23**: 335-343, 1992
 - 10) Schiebler M, Tomaszewski J, Bezzi M, et al.: Prostatic carcinoma and benign prostatic hypertrophy: Correlation of high resolution MR and histopathologic findings. *Radiology* **172**: 131-137, 1989
 - 11) Parivar F, Rajanayagam V, Waluch V, et al.: Endorectal surface coil MR imaging of prostatic carcinoma with the inversion-recovery sequence. *JMRI* **1**: 657-664, 1991
 - 12) Mirowitz SA: Seminal vesicles: biopsy-related hemorrhage simulating tumor invasion at endorectal MR imaging. *Radiology* **158**: 373-376, 1992
 - 13) Mirowitz SA, Brown JJ and Heiken JP: Evaluation of the prostate and prostatic carcinoma with gadolinium-enhanced endorectal coil MR imaging. *Radiology* **186**: 153-157, 1993
 - 14) Chelsky MJ, Schnall MD, Seidman EJ, et al.: Use of endorectal surface coil magnetic resonance imaging for local staging of prostate cancer. *J Urol* **150**: 391-395, 1993
 - 15) Ramchandani P and Pollack HM: Magnetic resonance imaging of the prostate and bladder. *Urology* **10**: 161-172, 1992
 - 16) Tanimoto A, Yuasa T, Imai Y, et al.: Improved bladder tumor staging with Gd-DTPA-enhanced dynamic MR imaging. *Radiology* **181**: 96, 1991
- (Received on June 11, 1993)
(Accepted on September 28, 1993)
(迅速掲載)