

泌尿器科腫瘍の鑑別診断および staging における MRI の意義 特に CT との比較を中心として

京都大学医学部泌尿器科学教室（主任：吉田 修教授）

西 村 一 男 ・ 岡 田 裕 作

竹 内 秀 雄 ・ 宮 川 美栄子

岡 田 謙一郎 ・ 吉 田 修

京都大学医学部核医学科学教室（主任：鳥塚莞爾教授）

西 村 一 雅

DIFFERENTIAL DIAGNOSIS AND STAGING OF UROLOGICAL TUMORS BY MAGNETIC RESONANCE IMAGING COMPARED WITH COMPUTED TOMOGRAPHY

Kazuo NISHIMURA, Yusaku OKADA,
Hideo TAKEUCHI, Mieko MIYAKAWA,
Kenichiro OKADA and Osamu YOSHIDA

From the Department of Urology, Faculty of Medicine, Kyoto University

(Director: Prof. O. Yoshida)

Kazumasa NISHIMURA

From the Department of Nuclear Medicine, Faculty of Medicine, Kyoto University

(Director: Prof. K. Torizuka)

Magnetic resonance imaging (MRI) was performed on 49 urological tumors (11 renal cell carcinomas, 3 renal pelvic cancers, 2 renal angiomyolipomas, 1 renal leiomyosarcoma, 1 large renal cyst, 4 adrenal tumors, 11 bladder cancers, 2 bone metastasis from bladder cancer, 10 prostatic cancers, 1 prostatic sarcoma, 1 urethral cancer, 1 penile cancer and 1 perivesical granuloma) since October 1985 to September 1986. MRI was performed using a Signa (G.E.) with a 1.5T superconductive magnet and 3 images, including T1 weighted image, T2 weighted image, and proton density image, were obtained.

In conclusion MRI is a noninvasive examination and gives more information than computed tomography despite its high cost. In renal cell carcinoma, the chemical shift in MRI and clear visualization of tumor thrombus enable accurate staging. Differential diagnosis from other renal mass lesions may be possible by the T2 weighted image. In adrenal disease, most of the adrenal masses can be differentiated, but in some cases it is impossible. In bladder cancer, wall invasion of tumor may be evaluated in T2 weighted image, and MRI is suitable for staging of locally advanced tumor. In prostatic cancer, visualization of periprostatic plexus and differentiation between internal and external gland may enable local staging and identification of low stage tumors.

Key words: MRI, Renal cell carcinoma, Bladder cancer, Prostatic cancer, Adrenal tumor

緒 言

核磁気共鳴現象は、従来物理化学の分野に於て、物質の化学構造の解明に応用されてきた。1971年、Damadian¹⁾が、悪性腫瘍組織の T1 緩和時間は、正常組織より延長していることを報告して以来、多くの研究がなされ、その同時期に発展した CT の知識と結合し、生体内での緩和時間の差を、映像化することに成功したのが、magnetic resonance imaging (MRI) である²⁾。そのため、MRI は、物質の密度のみの情報で画像を描く CT と違い生体内の情報を正確に反映するものとして多くの期待がかけられている。既に、脳神経領域では CT を凌駕している。

ただ、撮影に時間がかかるため、呼吸性移動、蠕動運動の激しい臓器には適さないが、腎は周囲を脂肪に囲まれており、コントラストがつき易く、また骨盤内臓器は移動が殆ど無く MRI に適していると考えられる。既に、腎、副腎、膀胱、前立腺に関し、いくつかのレポートが発表されており、その有用性に付いては周知の事実である。われわれも1985年10月より MRI による泌尿器科疾患の診断を行っており、初期の経験について、若干の文献的考察を加えて報告する。

対象および撮像方法

使用した装置は、1.5テスラの磁場を有する G.E. 社製の超伝導 NMR-CT Signa である。この装置によりスピンエコー像（以後 SE 像と略す）、およびバーシャルサッチュレーション像（以後 PS 像と略す）を得た。条件は、殆どの症例で繰り返し時間 (TR, repetition time) 2 秒、エコー時間 (TE, echo time) 20 ms, 60 ms の SE 像で各々 proton density image (以後 PD 画像と略す)、T2 weighted image (T2 強調画像、以後 T2 画像と略す) を得、PS 像では TR 600 ms, TE 25 ms で、T1 weighted image (T1 強調画像、以後 T1 画像と略す) を得た。スライスは、大抵の症例で 1 cm 毎に、スライス厚は 1 cm で、主として横断面を中心に、症例に応じて、適当に矢状断面、冠状断面を撮影した。3つの条件で撮影した場合の所要時間は、1 症例につき約60分であった。

対象症例は、1986年9月末の時点で Table のように計49例である。

結 果

A) 腎および副腎

1) 腎細胞癌

何れの条件でも、肝、腎実質と殆ど同程度あるいは

Table

腎癌	腎盂癌	AML	腎平滑筋肉腫	巨大腎嚢胞
11	3	2	1	1
副腎腫瘍	膀胱癌	同骨転移	前立腺癌	前立腺肉腫
4	11	2	10	1
陰茎癌	尿道癌	膀胱周囲肉芽腫		
1	1	1		

やや強い intensity を示すが、特に T2 画像で著明である。その内容は T1 画像では homogenous の場合が多いが、T2 画像では heterogenous である場合が多い。PD 画像では、内容は heterogenous な場合から homogenous な場合まで認められた。腎周囲の脂肪の中に Gerota 筋膜が無信号に描出され、stage 診断に有用である。また合計3例の stage B の症例に

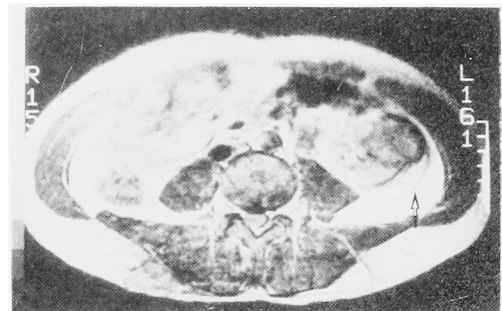


Fig. 1. Proton density image of left renal cell carcinoma. The inside of the tumor is slightly heterogenous and its intensity is medium (Arrow is Gerota's fascia.).



Fig. 2. T2-weighted image of the same cases as Fig. 1. The inside of the tumor is heterogenous and its intensity is high (Arrow is pseudocapsule).

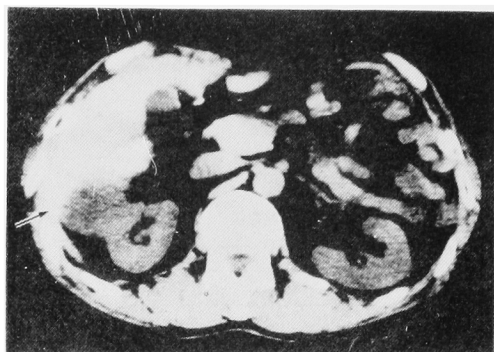


Fig. 3. CT of right renal cell carcinoma. Tumor invasion to the liver can not be neglected (Arrow).

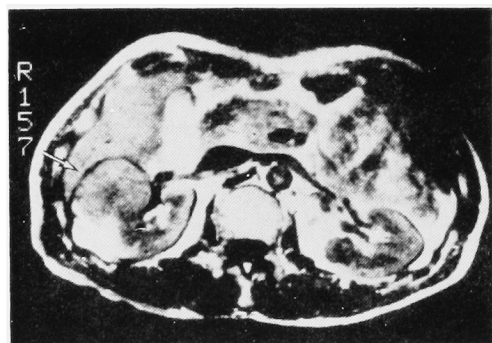


Fig. 4. T1-weighted image of the same cases as Fig. 3. Chemical shift (arrow) is clearly visualized and tumor invasion can be neglected. In left kidney, distinction of renal cortex and medulla can be made.

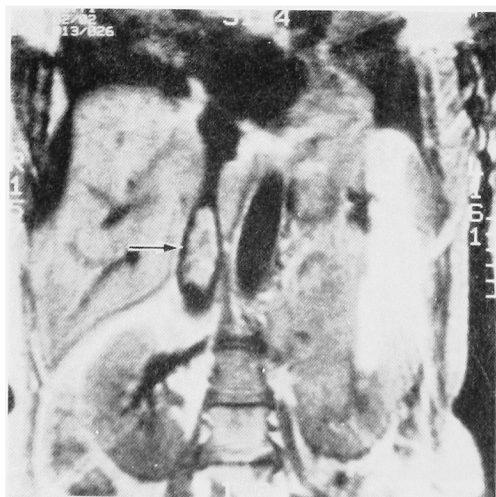


Fig. 5. T1-weighted image of tumor thrombus from renal cell carcinoma in Vena Cava (arrow).

pseudocapsule を認めたが T2 強調画像では3例, PD 画像では1例に認められた. pseudocapsule は, 病理標本では fibrosis に一致すると思われる (Fig. 1, 2).

Stage 診断は, 高磁場 NMR-CT の欠点とされる artifact-chemical shift が存在するためにかえって肝, 脾, 或は筋肉との境界が CT 以上に明瞭となり, T1 或は PD 画像で CT を凌駕すると思われる (Fig. 3, 4).

2例の症例で下大静脈内の腫瘍血栓が, 造影剤を使用せずにはっきりと認められ, 腫瘍血栓の上限もあきらかである (Fig. 5).

CT では肝との境界が不明瞭で overestimate する傾向があったが, MRI では chemical shift が存在することによって, 境界が明瞭であり, 正診率は高い傾向があった.

2) 腎盂癌

3例の腎盂癌のうち, 1例では腫瘍は十分同定出来なかった. 1例では腎盂の肥厚が認められ, 1例では尿との区別が出来, renal sinus の脂肪層の消失を認め, stage T2 と診断出来たが, 従来の CT と大差ないような印象を持った.

3) 腎嚢胞

通常の腎嚢胞は, 薄い壁にかこまれた尿に近い性状の内容物を呈する mass として描出される. 即ち, T1 画像, PD 画像で low intensity, T2 画像で high intensity を示す. 1例嚢胞内に隆起性病変を伴った, 腎嚢胞を経験した (Fig. 6). 隆起性病変は CT 以上に明確に描出されたが, 隆起性病変の intensity はそう高くないが, 内容は heterogenous で, 悪性腫瘍を否定できなかった. また, 嚢胞内容は T1 画像で medium intensity, PD, T2 画像では high intensity を示し, 正常の嚢胞内容物と違うことが分かる.

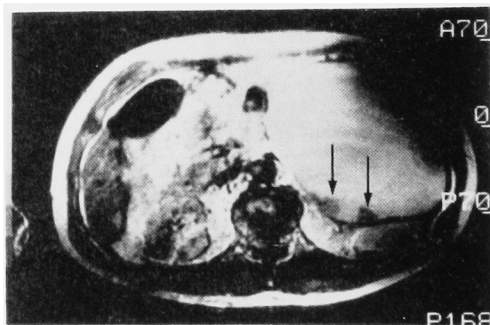


Fig. 6. Proton density image of large renal cyst. Intensity of its content is rather high and tumors are visualized inside the cyst (arrows).

4) 腎血管筋脂肪腫

脂肪成分の比較的少ない腎血管筋脂肪腫を経験したが、3条件を比較検討することによって脂肪成分の存在は、CT以上に明確であり、またその他の部分のintensityは腎癌に比べて低い傾向があり、脂肪成分の証明以外にも、腎癌を否定できる可能性が示唆された (Fig. 7).

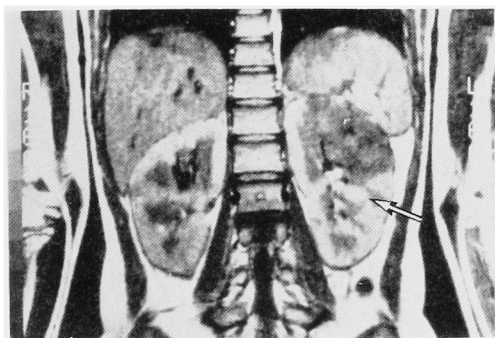


Fig. 7. T1-weighted image of bilateral renal angiomyolipoma. Lipid within the tumor shows high intensity (arrow) and the other part of the tumor show less intensity than renal cell carcinoma.

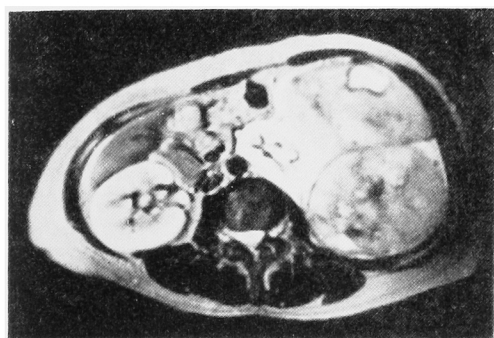


Fig. 8. T2-weighted image of leiomyosarcoma in the left kidney. The left kidney is almost intact and suggests that the tumor derived from the renal capsule. Inside of the tumor is heterogenous and shows high intensity.

5) 腎平滑筋肉腫

腎被膜より発生した平滑筋肉腫では、腎は正常で、被膜より発生したことが明確である。CT、血管造影に比べ、立体関係が明瞭である。腫瘍は、何れの画像でもintensityが高く、内容はheterogenousで、特にT2画像で著明であり、一部壊死を思わせるintensityの非常に強い部分が存在する (Fig. 8).

6) 副腎疾患

正常副腎は、medium intensityに描出されるが、

皮髄の境界が明瞭に描出されることもある。Cushing症候群では、腫瘍はT1, PD画像でmedium intensity, T2画像ではhigh intensityを示した (Fig. 9). pheochromocytomaは、T1画像でmedium inten-

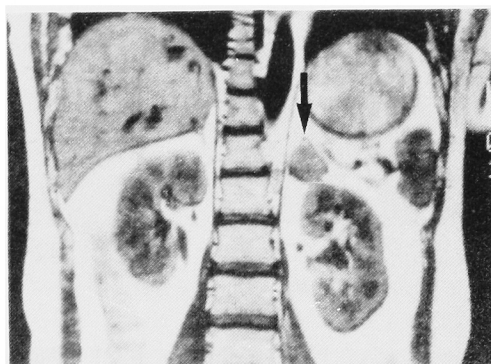


Fig. 9. T1-weighted image of left adrenal tumor (Cushing syndrome). The tumor (arrow) shows medium intensity. Distinction of the renal cortex and medulla is clear.

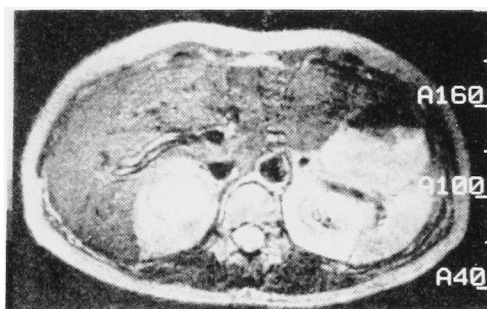


Fig. 10. T2-weighted image of right adrenal tumor (pheochromocytoma). Intensity of the tumor is very high and inside of tumor shows higher intensity than outside, which is necrosis.

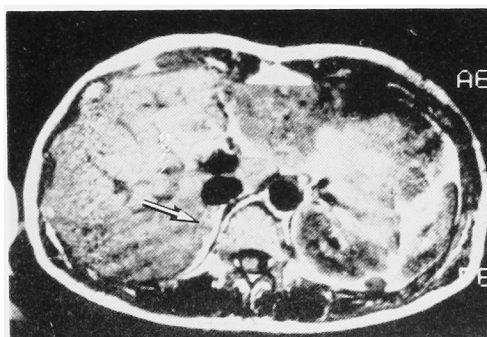


Fig. 11. T1-weighted image of right adrenal tumor (Aldosteronism). Small tumor is visualized and its intensity is slightly low or medium.

sity, T2 画像で非常に high intensity を示した. 更に中心部に壊死を伴っており, 同部の intensity は, 更に強かった (Fig. 10). 原発性 Aldosteron 症では, 何れの画像でも, 肝とはほぼ同等のあるいはやや low intensity を示し, 腫瘍が小さいこととあいまって発見は難しそうであった (Fig. 11).

B) 骨盤内臓器

1) 膀胱癌

殆どの症例は, 全摘症例である. 膀胱壁は, 肥厚のある場合は T1, PD 画像でも描出されるが, 一般には T2 画像で low intensity に描出され, 尿との区別がつきやすく壁内浸潤の診断に有用である. T2 画像などで膀胱壁への腫瘍浸潤がある程度予想される症例もあり, 今後の検討に期待がもてた.

なお京都大学では, 膀胱全摘する症例には全例術前



Fig. 12. CT of bladder cancer. Tumor is invasive and its stage seems to be T3b.

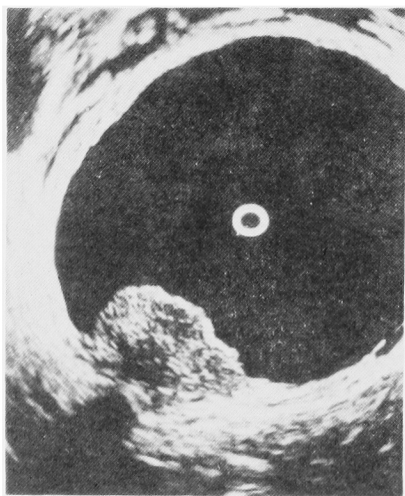


Fig. 13. Sonography of the same cases as in Fig. 13. The tumor is very invasive.

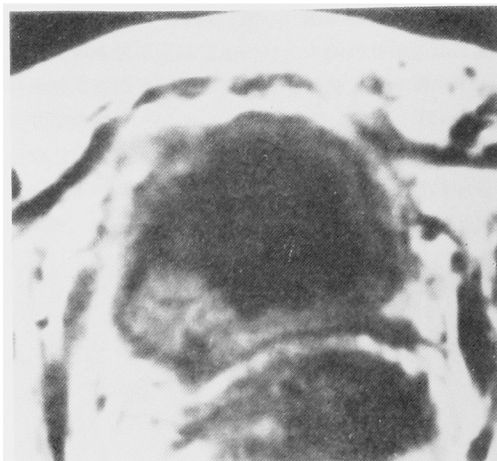


Fig. 14. T1-weighted image of the same cases as in Fig. 13. The outer layer of the bladder wall is intact, staging diagnosis by MRI is stage T2, and it is correlated with pathological findings.

放射線療法を施行しており, clinical stage と pathological stage を正確に比較するのは難しいが, CT より MRI の方が診断率は高く思われた (Fig. 12~14).

2) 前立腺癌

合計 10 例の前立腺癌に対し検討を行なった. 病理学的に診断の確定した症例のみに施行したため殆ど stage D であった.

前立腺癌の場合非常に早期にリンパ節, あるいは骨に転移をきたす症例が多く, TNM 分類の T カテゴリーでの stage 診断が中心となる.

前立腺周囲に periprostatic plexus が描出され, 被膜外浸潤の診断に有用である (Fig. 15). また, 前

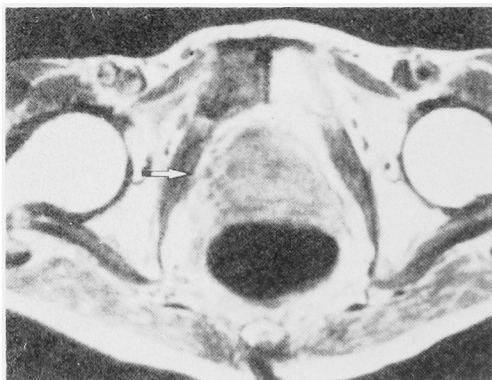


Fig. 15. T1-weighted image of prostatic cancer. Right periprostatic plexus is visualized (arrow), but leftside is not visualized. Left capsular invasion of cancer seems to exist.

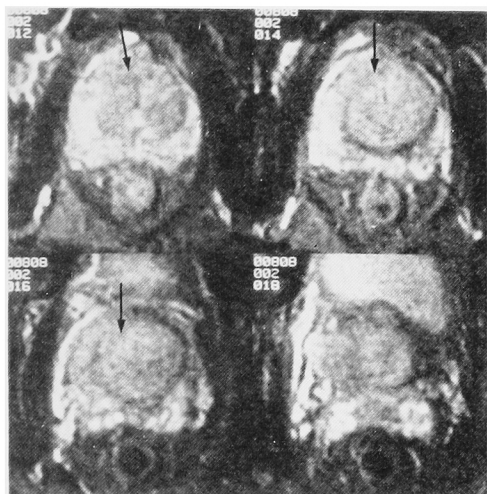


Fig. 16. T2-weighted image of prostatic cancer. Internal gland and external gland are clearly visualized. Border between internal and external gland is destroyed partially (arrow).

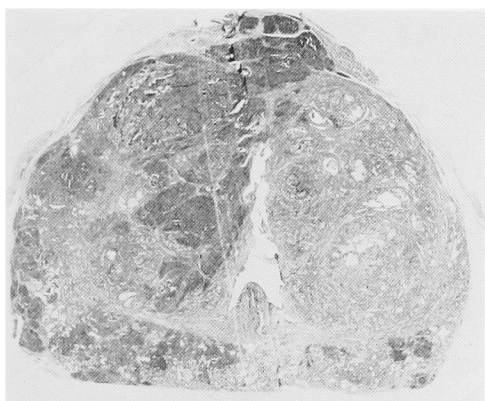


Fig. 17. Pathological specimen of the same cases as Fig. 17. Cancer invades right lobe of the internal gland.

立腺内部は、癌では heterogeneity を示すことが多かった。特に T2 画像でその傾向が強かったが、heterogeneity は必ずしも癌と一致するものではなかった。また内腺、外腺がはっきり区別されて描出され、外腺に発生した癌の内腺への浸潤が予想されたケースもあった (Fig. 16, 17)。前立腺肥大症の症例に関しては、膀胱全摘症例で、腫大した前立腺の検討を行なったが、やはり内腺は T2 画像で heterogeneous である場合もあった。

3) 前立腺肉腫

巨大な前立腺肉腫を経験した。Denonvillier 膜は、Gerota 筋膜同様無信号で描出され、また好きな断面

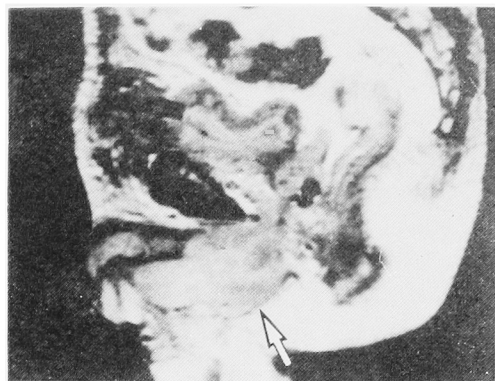


Fig. 18. Proton density image of urethral cancer. Tumor (arrow) invades the corpus cavernosum. Extent of the tumor is clearly identified by MRI.

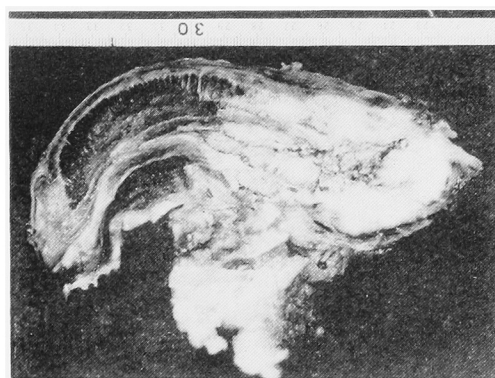


Fig. 19. Surgical specimen of the same case as in Fig. 19. Tumor extend to the corpus cavernosum and toward the scrotum.



Fig. 20. T2-weighted image of lymph node metastasis. Lymph node (arrows) shows high intensity and is clearly visualized on T2 weighted image, but differential diagnosis between benign lymph node swelling and lymph node metastasis is difficult.

が選択できるため、直腸への浸潤の有無が明瞭であり CT 以上に有用であった。

4) 尿道癌、陰茎癌

尿道および陰茎海面体は、どの条件でも明瞭に描出され、白膜は無信号に描出される。尿道癌の症例では、矢状断画像で、尿道に発生した腫瘍が陰茎海面体、陰囊の方に浸潤しているのが明瞭である (Fig. 18, 19)。

5) Perivesical granuloma

Urachal tumor と鑑別できず、手術で始めて診断がついた。

C) リンパ節

TI, PD 画像では medium intensity に描出され、T2 画像では high intensity に描出された。血管系は、無信号であるためコントラストが明確で同定しやすかった。ただし、良性のリンパ節腫脹か、転移かの判断は出来なかった (Fig. 20)。

考 察

腎および腎癌：MRI において、腎実質が外側の皮質と、内側の髓質に区別されることは多くの著者が述べている^{3,4)}。そしてその corticomedullary contrast (以後 CMC と略す) の消失は、糸球体腎炎、腎不全、腎動脈狭窄、移植腎拒絶反応の際に認められる。Hricak⁵⁾ は、4例の移植腎について検討し、急性拒絶反応では T1 強調画像上、29例中27例に CMC の消失が認められるが、拒絶反応との鑑別の非常に難しい cyclosporin による腎毒性の際には CMC の消失は認められず、拒絶反応の診断における MRI の意義を述べている。

腎癌では、その intensity は hypo~hyper であるとされているが⁹⁾、われわれの経験では、T2 画像で殆ど high intensity を示したことより、T2 画像の必要性を感じた。また、腫瘍周囲に圧迫された線維性組織に富む腎実質が、pseudocapsule として描出される。Hricak⁶⁾ は、27例の腎癌の staging を検討し、26例 (96%) の正診率を示し、MRI の長所として腫瘍の origin の同定、血管内腔の通過性の確認、腎門部リンパ節転移の発見、隣接臓器への直接浸潤の診断の容易さを挙げているが、われわれの経験でも同様のことが示唆された。特に、CT では、partial volume effect のため、肝への浸潤を否定できない症例でも、MRI では、水と脂肪の間に存在する artifact である chemical shift⁷⁾ (一般に chemical shift は高磁場 MRI の欠点とされている) のため、かえって境界は明瞭となった。ただ、他の腫瘍性病変 (特に良性腫

瘍) との鑑別には更に検討が必要である。

副腎疾患：正常の副腎は、CT では後腹膜腔の脂肪との区別がつきにくく同定しにくい、Moon⁸⁾ によると、左副腎は42例中42例、右は36例 (86%) の同定が可能で、CT に比べ、軟部組織との区別が明瞭であったと述べている。われわれは、腎癌などで後腹膜腔を撮影した症例で検討したが、約半数の症例で正常副腎らしきものを同定出来たが、これは CT を遙かに凌駕している。Glazer⁹⁾ の検討では、腺腫では肝と比較して hyperintensity を示すものではなく、また内容は homogenous であったが、pheochromocytoma, neuroblastoma などの髓質腫瘍は hyperintense であったとしており、われわれの経験とはほぼ一致する。また Reinig¹⁰⁾ は、副腎腫瘍の組織像は T2 画像でよく分かるとしながらも、nonfunctioning adenoma, 癌、転移性腫瘍は同じような intensity を持っており、鑑別の難しい場合があることを指摘している。

膀胱癌：Fisher¹¹⁾ は、15人の膀胱腫瘍患者の検討を行ない、悪性腫瘍 14人中 12人 (85%) に、正確な staging が可能であったとし、T2 画像での壁内浸潤の診断の意義を述べている。更に、膀胱底部、頂部の腫瘍の診断には冠状断面、精囊への浸潤の有無の診断には矢状断面が必要であるとしている。Amendola¹²⁾ は、10例の症例を検討し、TNM 分類では、MRI で 64%、CT では40%の正診率であり、MRI の長所は膀胱周囲脂肪組織、前立腺、精囊への浸潤がよく分かることで、壁内浸潤の深さの検討は、困難であると述べている。われわれも、現在のところは、high stage の腫瘍には有用であるが、low stage の腫瘍には不向きであろうと考えている。T2 画像による壁内浸潤の検討が今後の課題となるだろう。

前立腺癌：前立腺癌は、high intensity で、inhomogenous であることが特徴とされており、Hricak¹³⁾ は stage B の腫瘍を同定出来たとのべており、Hermann¹⁴⁾ は、偶然 MRI で前立腺癌を発見できたと述べているが、Ling¹⁵⁾、Bryan¹⁶⁾ らは、前立腺癌以外でも、high intensity, heterogeneity を示すことがあり、MRI で癌と他の疾患の鑑別は出来ないと述べている。われわれの経験でも、前立腺肥大症の場合でも内腺は T2 画像で heterogeneous である場合があり、intensity, heterogeneity だけでは、鑑別は困難であり今後の検討を要する。Poon¹⁷⁾ は periprostatic plexus を描出できたと述べているが、彼らは0.15テスラの機器であり、画像の詳細は不明である。1.5 テスラの磁場を用いたわれわれの MRI 像では、明瞭に描出できた。periprostatic plexus の描出は、被膜外浸潤の診断に

非常に有意義であると思われる。更に、われわれの機器では、前立腺の内、外腺を、はっきり描出できたが、これは前立腺癌の進展を見る上でも重要であり、事実、1症例に於て外腺に発生した癌が内腺に浸潤しているところが読影出来、病理組織学的にも確認できたことは、大変意義のあることで、今後更に検討していく予定である。

MRI は上述のように、確かに優れた性質をもち、今後の画像診断に重要な役割を持つことは確かであろう。しかし MRI の研究はまだ始まったばかりでこれから解決していかなければならない多くの疑問点が残されている。画像の構成要素である T1, T2 時間の生物学的意義もまだ不明であるが、Damadian¹⁾ が述べて脚光を浴びたように、悪性腫瘍の場合に必ずしも T1 時間が延長しているというような簡単なものではなさそうで、今後の課題が多く残されている。

結 語

約1年間にわたって49例の泌尿器科腫瘍の MRI を施行し、その意義について retrospective に検討した。

腎疾患における MRI の特徴：腎の皮質、髄質が区別できる。

腎癌は、T2 画像で high intensity を示し、pseudocapsule, Gerota 筋膜が描出され、更に腫瘍血拴の明瞭な描出や、chemical shift が存在することにより、staging は正確であった。

副腎疾患における MRI の特徴：T2 画像で、ある程度内容診断が可能であった。

膀胱癌における MRI の特徴：high stage の腫瘍に有用であるが、low stage の腫瘍には不向きである。

T2 画像による壁内浸潤の検討が今後の課題である。

前立腺癌における MRI の特徴：periprostic plexus の描出は、被膜外浸潤の診断に有用である。前立腺の内腺、外腺の描出により前立腺癌の進展の仕方が分かる。

なお、本論文の要旨は第24回日本癌治療学会総会（於：松江）にて発表した。

また、本研究の一部は昭和61年度科学研究費補助金（奨励研究A：61771168）によった。

文 献

1) Damadian R: Tumour detection nuclear-magnetic resonance. *Science* **171**: 1151~1153, 1971

2) 飯尾正宏監訳：NMR 映像，第1版，医学書院サウンダース，東京，1985

3) Hricak H, Crooks L, Sheldon P and Kaufman L: Nuclear magnetic resonance imaging of the kidney. *Radiol* **146**: 425~432, 1983

4) Leung AWL, Bydder GM, Steiner RE, Rryant DJ and Young IR: Magnetic resonance imaging of the kidney. *AJR* **143**: 1215~1227, 1984

5) Hricak H, Terrier F and Demas BE: Renal allografts: Evaluation by MR imaging. *Radiol* **159**: 435~441, 1986

6) Hricak H, Demas BE, Williams RD, McNamera MT, Hedgcock MW, Amparo EG and Tanagho EA: Magnetic resonance imaging in the diagnosis and staging of renal and perirenal neoplasms. *Radiol* **154**: 709~715, 1985

7) Brateman L.: Chemical shift imaging: A review. *AJR* **146**: 971~980, 1986

8) Moon KL, Hricak H, Crooks LE, Gooding CA, Moss AA, Engelstad BL and Kaufman L: Nuclear magnetic resonance imaging of the adrenal gland: A preliminary report. *Radiol* **147**: 155~160, 1983

9) Glazer GM, Woolsey EJ, Borrello J, Francis IR, Aisen AM, Bookstein F, Amendola MA, Gross MD, Bree RL and Martel W: Adrenal tissue characterization using MR imaging. *Radiol* **158**: 73~79, 1986

10) Reinig JW, Doppman JL, Dwyer AJ and Frank J: MRI of indeterminate Adrenal masses. *AJR* **147**: 493~496, 1986

11) Fisher MR, Hricak H and Tanagho EA: Urinary bladder MR imaging: part 2. neoplasm. *Radiol* **157**: 471~477, 1985

12) Amendola MA, Glazer GM, Grossman HB, Aisen AM and Francis IR: Staging of bladder cancer: MRI-CT-Surgical correlation. *AJR* **146**: 1179~1183, 1986

13) Hricak H, Williams RD, Sring DB, Moon KL, Hedgcock MW and Crooks LE: Anatomy and pathology of the male pelvis by magnetic resonance imaging. *AJR* **141**: 1101~1110, 1983

- 14) Herman SD, Friedman AC, Radechi PD and Caroline DF: Incidental prostatic carcinoma by MRI/CT-guided biopsy. *AJR* 146: 351~352, 1986
- 15) Ling D, Lee JKT, Heiken JP, Balfe DM, Glazer HS and McClennan BL: Prostatic carcinoma and benign prostatic hyperplasia: Inability of MR imaging to distinguish between the two diseases. *Radiol* 158: 103~107, 1986
- 16) Bryan PJ, Butler HE, Nelson AD, Lipuma JP, Kopiwada SY, Resnick MI, Cohen AM and Haaga JR: Magnetic Resonance imaging of the prostate. *AJR* 146: 543~548, 1986
- 17) Poon PY, McCallum RW, Henkelman MM, Bronskill MJ, Sutcliffe SB, Jewett MAS, Rider WD and Bruce AW: Magnetic resonance imaging of the prostate. *Radiol* 154: 143~149, 1985

(1986年10月6日迅速掲載受付)