



Title	骨盤腔の画像診断 : Male Pelvis-特に前立腺のMRIについて-
Author(s)	楫, 靖; 杉村, 和朗
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 2001, 61(6), p. 267-274
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/18539
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

骨盤腔の画像診断：Male Pelvis

－特に前立腺のMRIについて－

楫 靖 杉村 和朗

神戸大学医学部放射線科

Diagnostic Imaging in Male Pelvic Disorders

Yasushi Kaji and Kazuro Sugimura

This article reviews the imaging findings of male pelvic disorders, especially those of prostate disease. Magnetic resonance imaging (MRI) provides excellent anatomical detail, and is useful to stage prostate cancer and to understand the process of anomaly. However, failure to detect capsular invasion remains a significant weakness in prostate cancer. It is important to understand the limits and contributions of MRI to the staging of prostate cancer, and to perform the appropriate examination.

Research Code No.: 519

Key words: Prostate, MR imaging, MR spectroscopy

Received Mar. 1

Department of Radiology, Kobe University School of Medicine

本論文は第36回日本医学放射線学会秋季臨床大会(2000年9月)の教育講演において、骨盤腔疾患の画像診断「Male Pelvis」の演題で発表されたもので、日本医学放射線学会誌編集委員会より執筆依頼した。

別刷請求先

〒650-0017 神戸市中央区楠町7-5-2

神戸大学医学部放射線科

楫 靖

はじめに

男性骨盤腔内には、前立腺、精嚢、精管などの男性生殖器と泌尿器系臓器、消化管が存在する。疾患の由来臓器を間違えると正しい診断には到達しないのは、どの領域でも同じである。発生学的に精路と尿路は関連が深く、一方に奇形があれば他方にも奇形が合併しやすいこと、精嚢下降に関する知識なども知っておく必要がある。また、前立腺癌は日本でも最近急増中だが、もともと前立腺癌の多い米国でさえ、病期診断のためにMRIを用いる泌尿器科医はわずか10%であり、35%は全くMRIを利用していない¹⁾。米国以上にMRI装置が普及している日本でも、MRIの特性が理解されないまま充分活用されていないように思う。このため本稿では、第36回日本医学放射線学会秋季臨床大会(2000年9月)の「教育講演：骨盤腔の画像診断」において発表した内容の中で、特に前立腺のMRI診断を中心に述べる。

正常前立腺MR像

前立腺腺組織は、組織学的に中心域、移行域、辺縁域の3つの領域に大別され、T2強調像でこの層構造が明瞭に描出される。背側から外側を占める辺縁域は高信号を、尿道周囲に分布する移行域は低信号を示す。また、左右の射精管内の液体が高信号に描出され、その周囲にある淡い低信号領域が中心域となる。これらの領域の他に、画像では移行域と区別しきれないperiurethral glandular tissueと、前立腺の腹側に存在する非腺組織のanterior fibromuscular stromaがある。

前立腺周囲については、T2強調像で低信号の被膜様の構造物を認めることがある。前立腺の真の被膜は厚さ100 μ mと薄いため、臓側の骨盤筋膜などが合わさって、被膜様に描出されたと考えられる。その外側には、前立腺周囲静脈叢がT1強調像で低信号、T2強調像で高信号を呈する管状構造として存在する。

前立腺の背外側(5時および7時方向)で、直腸、肛門挙筋に囲まれた領域をrectoprostatic angleと呼び、豊富な脂肪で占められている。神経血管束はこの脂肪の内部を通るため、T1強調像では脂肪に埋もれた低信号の円形構造物の集合として

同定できる。脂肪抑制法を併用したT2強調画像では、緩徐な血流が高信号として描出され、位置を確認できる。

われわれはphased-array coilを用いた撮像を基本としている。Endorectal surface coilは被膜外浸潤の判定が困難な場合や、MR spectroscopy (MRS)の測定を行う際にみに用いている。

米国では前立腺癌の症例に対してはendorectal surface coilが用いられており、前立腺癌の項で述べる診断成績もendorectal surface coilで得られたデータであることを認識しておく必要がある。

前立腺部近傍嚢胞性疾患

前立腺および近傍部に嚢胞性腫瘍を発見することは、稀ではない。保存的に経過をみて、臨床所見や画像によって診断が下される場合が多い。ほとんどが良性であるが、壁の不整像など悪性を疑わせる所見を見落とさないように注意する。

1) 正中部に存在する嚢胞: 前立腺部尿道の近位部背側正中部に存在する嚢胞としては、前立腺小室嚢胞やミューラー管嚢胞などが考えられる²⁾ (Fig. 1)。前立腺小室嚢胞は、前立腺小室が拡大した結果、嚢胞状に見えるもので、尿道との交通があるとされている。他の奇形を合併する頻度が高く、小児期に診断されることが多い。ミューラー管嚢胞は、退縮するはずのミューラー管の遺残物が嚢胞状になったもので、精丘と索状の構造物で連続しているが、尿道との交通はみられない。通常無症状であるが、時に尿路閉塞、尿路感染、血精液

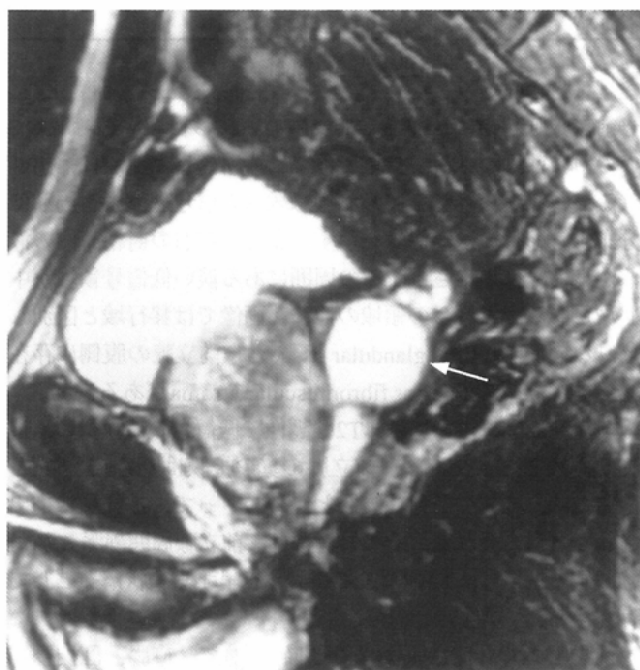


Fig. 1 Müllerian duct cyst (50-year-old man). Fat-saturated T2-weighted sagittal image reveals midline cystic mass of the prostate (arrow). The mass extends beyond the prostate outline and resembles attaching vermiform appendix.

症などの症状を有することがある。MRIのみでは前立腺小室の近傍にある嚢胞を確実に鑑別することはできないが、前立腺小室から離れた正中上部にある嚢胞では、前立腺小室嚢胞が除外でき、他の構造(精囊、射精管など)との連続性がない時には、ミューラー管嚢胞が疑わしい。ミューラー管嚢胞の場合は、前立腺の輪郭を越えて背側へ突出することが多いとされる。しかし、吸引した嚢胞内容液を検討した報告によると、prostate-specific antigen (PSA)値やprostatic acid phosphatase (PAP)値が高い症例もあるため、正中部に存在する嚢胞といえども、頻度は低いが前立腺由来の単純嚢胞や嚢胞腺腫の可能性もある³⁾。

2) 傍正中部、外側にある嚢胞: 精管、射精管、精囊等の嚢胞が考えられる。精囊嚢胞は、射精管が先天的に閉鎖した結果生じたものである。他の先天奇形として、遺残尿管芽が精路に異所性開口をする際に嚢胞状となることがある (Fig. 2)。発生学的に尿管はウオルフ管の下端から尿管芽として発生し、尿管芽より下方のウオルフ管は排泄腔壁に取り込まれ、膀胱三角部と尿道の一部を作る。より上方にあったウオルフ管からは、精巣上体管、精管、精囊、射精管などが形成される。胎生期4~8週に尿管芽が正常よりもウオルフ管の上方で発生すると、この症例のように尿管は精路と交通を保ったままになることがある。同時に後腎組織と尿管芽の接触が不十分か全く接触できないため、高頻度に同側腎の無形成(あるいは低形成)を合併する。遺残尿管芽異所性開口を疑わせる所見に出会ったときは、腎の状態も確認する。

前立腺肥大症

前立腺肥大症(benign prostatic hyperplasia; BPH)は、50歳以上の男性では程度の差こそあれ、大半の人にみられる病態である。主として移行域から生じるため、辺縁域は圧排され、菲薄化する。Periurethral glandular tissueに生じたものは、大きさの割に症状が強いとされる。また、前立腺肥大症の5%程度は辺縁域に生じることもある。組織学的には腺管の増生が主体である腺優位型、間質組織の増生を示す間質優位型、および両者の混合型に分けられる (Fig. 3)。

1) 腺優位型

典型的にはT2強調画像で移行域が高度に腫大し、高信号の結節が移行域内に散在、結節の辺縁には被膜様の低信号構造が描出される。また、嚢胞状に拡張した腺管が、高信号を呈する領域としてみられる。辺縁域は強く圧排され、菲薄化する。移行域と辺縁域の境界には、厚い外科的被膜が描出されることが多い (Fig. 3)。これより末梢側の辺縁域でも、T2強調画像で信号低下を生じうる。圧排による導管の閉塞に起因する変化と考えられるが、癌との鑑別が問題となることがある。

2) 間質優位型

線維成分や筋成分など間質組織の増生が主体であるため、T2強調画像では低から中等度信号を呈する。その内部には点状の高信号域が多少なりとも混在する³⁾。Gd造影像では、腺腫

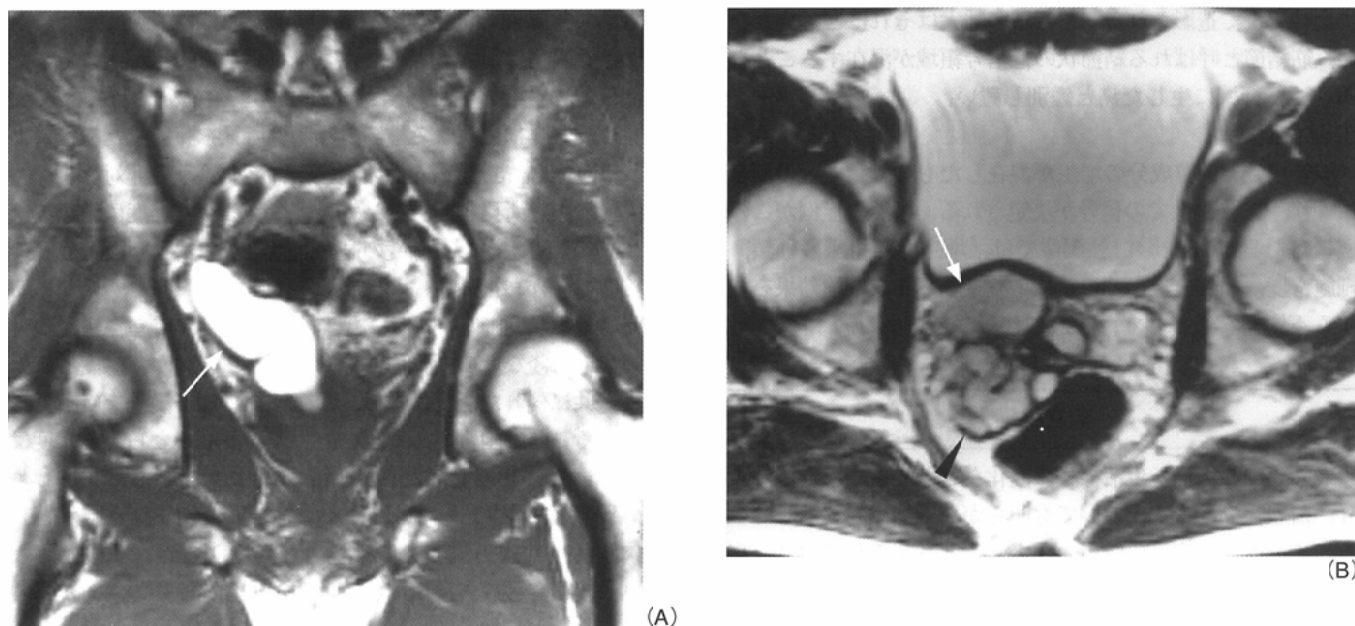


Fig. 2 Ectopic ureteral bud continuous right ejaculatory duct associated with ipsilateral renal agenesis (45-year-old man). The content of the ectopic ureteral bud (arrow) shows a high signal intensity on T1-weighted coronal image (A). T2-weighted axial image (B) shows dorsal displacement of the right seminal vesicle (arrowhead) due to the ectopic ureteral bud (arrow). (Reprinted, with permission, from reference 17).

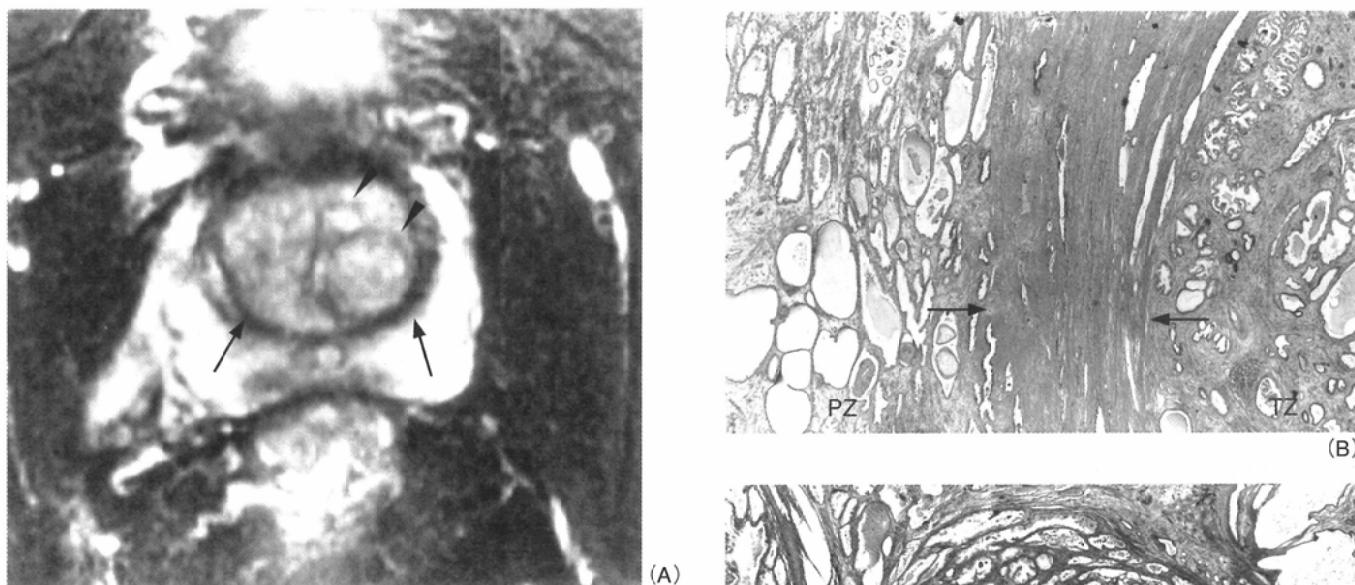


Fig. 3 Benign prostatic hyperplasia (mixed type, 54-year-old man). T2-weighted axial image with fat-saturation (A) shows surgical capsule (arrow) and well-defined adenoma in transition zone (arrowhead). Photomicrograph (B) shows thickened fibrous tissue (arrow) between transition zone (TZ) and peripheral zone (PZ), consistent with surgical capsule. In the transition zone, photomicrograph (C) shows encapsulated adenoma.

に比べてよく造影される。移行域の腫大はそれほど目立たない。筋結節と呼ばれる結節状の低信号領域が混在することもあり、移行域に生じた癌と鑑別し難い。

3) 混合型

腺管成分と間質成分の増生が混在したもので、両者の割合により、T2強調像での信号が決定される。多くの症例がこの型にあたる。Gd造影T1強調像では、増生した組織の種類、細胞密度、間質の量などの差によりさまざまな増強効果を呈する不均一な像として、認識されることが多い。

前立腺癌

高齢人口の増加、生活様式の変化などさまざまな要因により、前立腺癌は日本においても明らかな増加傾向を示している。また前立腺癌は自然史の長い腫瘍と考えられており、高齢者の前立腺にはラテン腫が高頻度(30~40%)に認められる⁴⁾。このため、癌が発見されても、治療法を決定するには、癌の侵襲性(病期、Gleason score、血清PSA値)と患者側の因子(意志、症状、performance status、年齢)などの情報を総合的に判断する必要がある。

前立腺癌におけるMRIの主な役割は前立腺局所の病態把握(病期診断)である。しかし、前立腺生検後やホルモン治療後などは信号変化を生じやすく、癌病巣の検出や治療効果判定が困難となる。これに対し、信号強度に左右されない診断が可能なproton MRSの応用も報告されており、今後期待される検査法である⁵⁾。

1) 前立腺癌病期診断における役割

① 前立腺限局癌(T2以下)と被膜外浸潤(T3a)

前立腺癌の治療の方針を決める最も重要な情報は、限局癌と進行癌の鑑別である。しかし、限局癌として前立腺摘除術が施行された標本の27~60%に被膜外浸潤があったとの報告

もあり、鑑別の困難さがうかがわれる⁶⁾。

前立腺癌は、T2強調像で高信号を呈する辺縁域内に生じた低信号の腫瘍として描出される(Fig. 4, Fig. 5)。Endorectal surface coil-MRIによる被膜外浸潤の所見を評価した報告によれば、rectoprostatic angleの消失、神経血管束の非対称化が特異度の高い所見(95%)としてあげられるが、感度は低かった(50%以下)。逆に、感度の高い所見としては、腫瘍と被膜の接する幅が12mm以上、肥厚した被膜、といった所見があるが特異度に乏しい⁷⁾。他にも、被膜の断裂、前立腺辺縁の外方への膨隆などの所見に注意せねばならないが、感度と特異度が共に優れた所見はない。顕微鏡的な癌の浸潤をMRIで描出することは困難であり、1mm以下の浸潤をとらえる感度は14%、1~3mmでは71%、3mm以上あれば100%と言われる⁸⁾。実際問題としては、微小な被膜外浸潤を伴う症例と、肉眼的な被膜外浸潤を伴う場合とでは明らかに予後が異なり、軽微な被膜外浸潤であれば前立腺全摘除術の恩恵があると考えられる⁶⁾。

② 精嚢浸潤(T3b)

前立腺癌が精嚢へ浸潤する経路としては、1)射精管を経由する中心からの浸潤、2)神経血管束を経由する外側からの浸潤、3)血行性転移の3つが考えられている。

精嚢は正常ではT2強調像で高信号を呈するが、浸潤を生じると隔壁が不整に肥厚し、内腔が低信号腫瘍に置き換わる。また、冠状断像では精嚢と前立腺の間にある脂肪層が消失する。Gd造影T1強調像では、精嚢内に浸潤した腫瘍がよく造影される(Fig. 6)。MRIによる精嚢浸潤の評価は、特異度が高い(85~100%)ものの感度は低いと言われている(21~63%)⁶⁾。

③ 隣接臓器浸潤(T4; 膀胱、直腸)

T2強調像で低信号を呈する膀胱筋層が前立腺癌により断裂しているときには、膀胱浸潤と診断可能である。直腸と前立

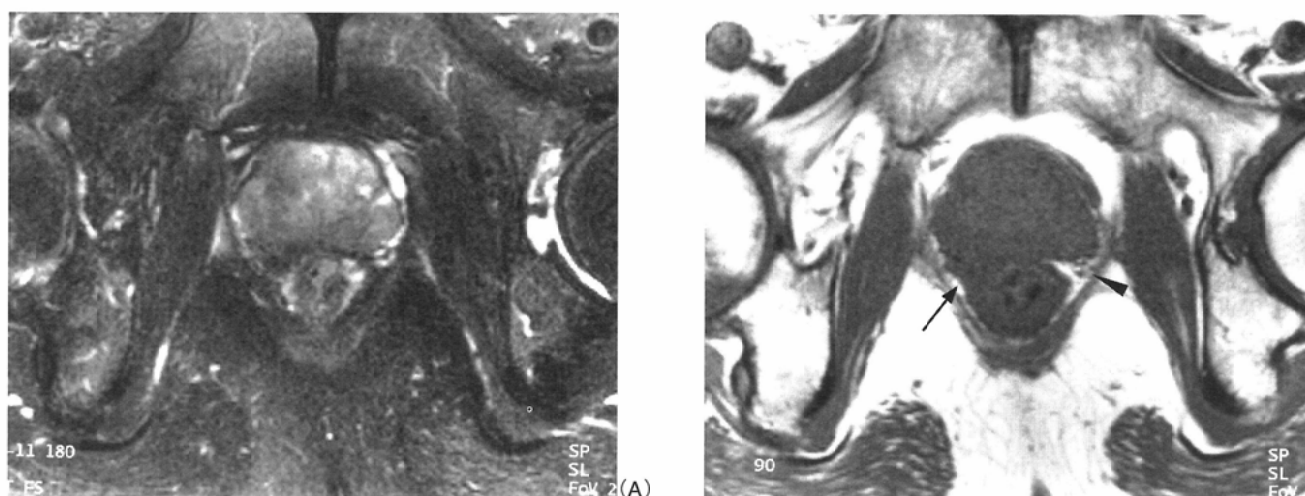


Fig. 4 Prostate cancer with right neurovascular bundle invasion (75-year-old man). T2-weighted axial image with fat-saturation (A) shows low signal intensity lesions in the bilateral peripheral zone. T1-weighted axial image (B) reveals obliteration of right rectoprostatic angle (arrow). Left neurovascular bundle is seen as low signal intensity dots in the left rectoprostatic angle (arrowhead). (Reprinted, with permission, from reference 17).

腺の間には、デノンビリエ筋膜があるため直腸浸潤はあまり目にすることはないが、直腸筋層が腫瘍により断裂していれば、直腸浸潤と診断できる。

④リンパ節転移・骨転移

MRIではCTと同様に、短径10mm以上のリンパ節を有意な腫大と診断する。この基準に基づいた報告では、CT、MRIの感度は36%程度しかない⁹⁾。MRIの信号強度をもとにしてもリンパ節転移か、反応性のリンパ節腫大かを鑑別することはできない。リンパ節転移が存在する場合は、これのみで予後決定因子となるため、前立腺摘除術は施行されない。腹部から骨盤にかけてのリンパ節腫大の有無は、空間分解能が高く、短時間で撮影可能なCTで評価する。もしMRIで行う場合は、リンパ節転移の偽陰性例を少なくするために、多方向

からの注意深い観察が必要となる。横断像だけでは骨盤内のリンパ節が充分観察できないので、冠状断像を加えたほうがよい。

前立腺癌の血行性転移は骨盤骨や脊椎などに生じやすい。前立腺癌の患者の大半は高齢者であるため、転移のない骨髄は脂肪髄化のためT1強調像で高信号を呈する。骨転移を生じた部位は、T1強調像で低信号となり、周囲の脂肪髄の高信号とコントラストがつき、わかりやすい(Fig. 5)。Gd造影により腫瘍部は濃染し、骨転移と診断できる。

2)生検・治療による前立腺の変化

前立腺癌は発見時に病期が進んでいる割合が高く、またホルモン治療も効果的であるため、保存的に経過を見られる症例が多い。このため、生検や治療によるMRI上の変化を知つ

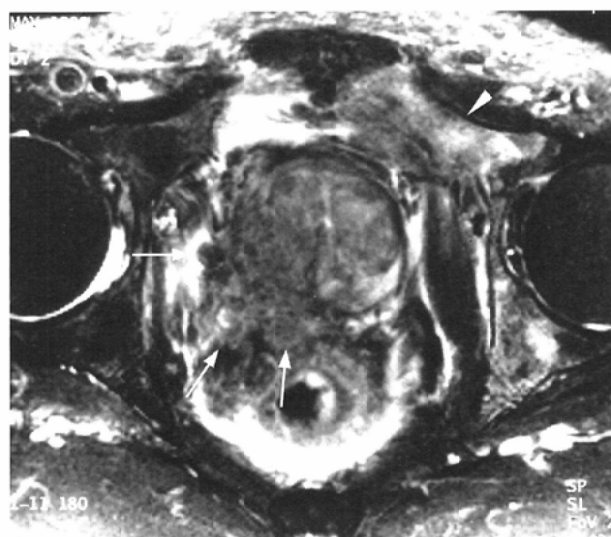


Fig. 5 Prostate cancer with gross extracapsular extension and bone metastasis (70-year-old man). Fat-saturated T2-(A) and T1-(B) weighted axial images demonstrate extensive low signal intensity tumor in the right peripheral zone, with obvious extension of tumor beyond the prostatic capsule into the periprostatic fat (arrow). Left pubic bone shows low signal intensity on T1-weighted image and high intensity on T2-weighted image with fat-saturation, indicating bone metastasis (arrowhead). (Reprinted, with permission, from reference 17).

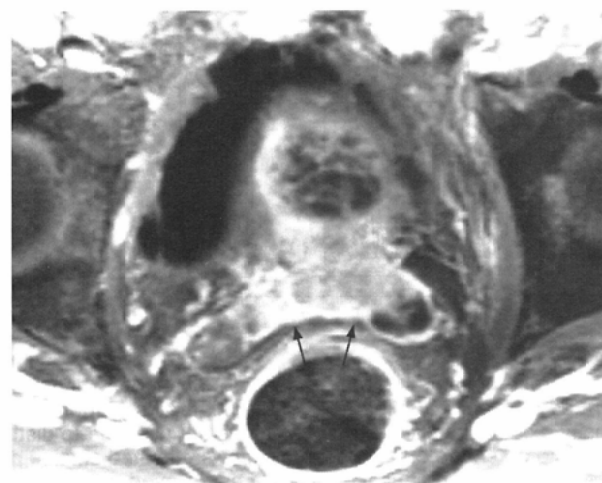
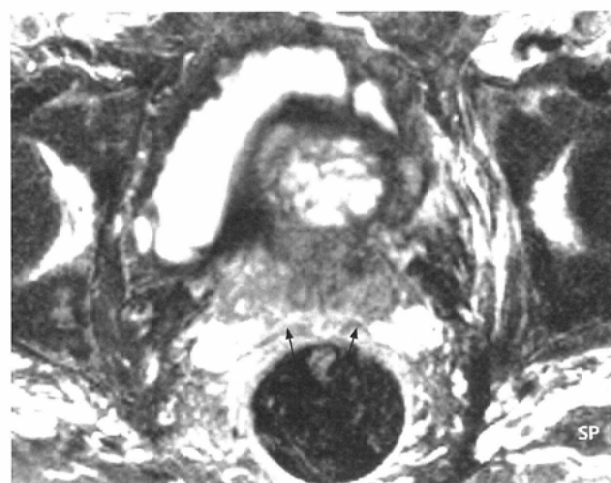


Fig. 6 Prostate cancer with seminal vesicle invasion (73-year-old man). Medial part of the bilateral seminal vesicles shows low signal intensity on T2-weighted image (A) and is enhanced after administration of Gd-DTPA (B), indicating seminal vesicle invasion (arrow). (Reprinted, with permission, from reference 17).

ておく必要がある。

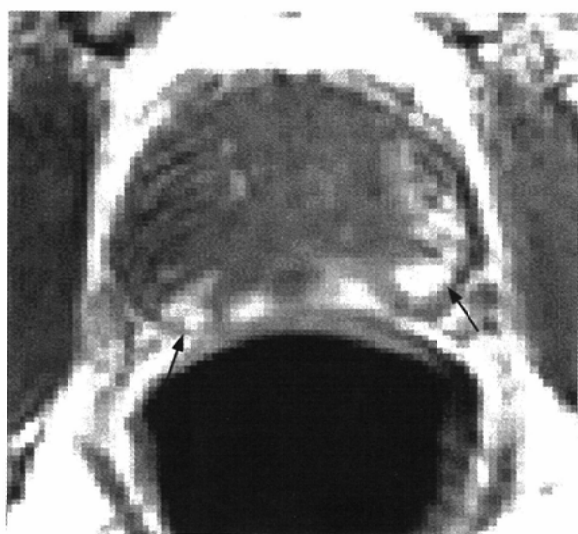
①生検による影響: 前立腺内には、抗凝固作用を有するクエン酸が豊富に存在する¹⁰⁾。このため、他の臓器と異なり生検後の血腫は長期間存在し、T1強調像で高信号、T2強調像では低信号を呈することが多い(Fig. 7)。出血は腫瘍の検出および存在範囲を診断する上で妨げとなるため、生検から3週間以上間隔をおいてMRIを行えば、病期診断能は改善されとの報告がある¹¹⁾。健常な領域では、出血は辺縁域の導管に沿って拡がるため、扇型の形態を呈することが多い。

②ホルモン治療および放射線治療による癌の変化と正常組織の変化: ホルモン治療、放射線治療などの後には、健常であった領域についても腺組織の萎縮、間質細胞の増生などを生じるため、T2強調像で辺縁域の信号が低下する。このた

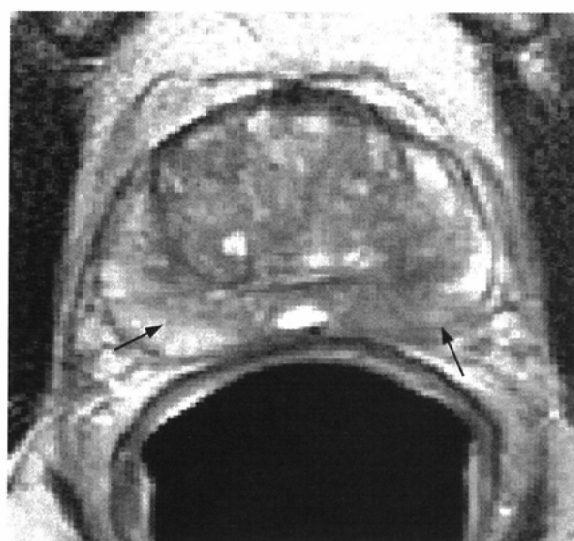
め、低信号の腫瘍と低信号化した辺縁域の間に信号強度の差が少なくなり、残存腫瘍の範囲や、一旦腫瘍が消失していても再発を判定できないことがある。

③経尿道的前立腺摘除術(transurethral resection of the prostate; TURP)後の変化: 臨床的に前立腺肥大症と診断され、TURPにて得られた組織内に癌が見つかった場合は、病期T1に分類される。TURPによる欠損部周囲の辺縁域は、T2強調像で低信号を呈するため、残存癌との鑑別が問題となる。欠損部の形態に合わない低信号領域を認めた場合には、積極的に生検を行う¹²⁾。

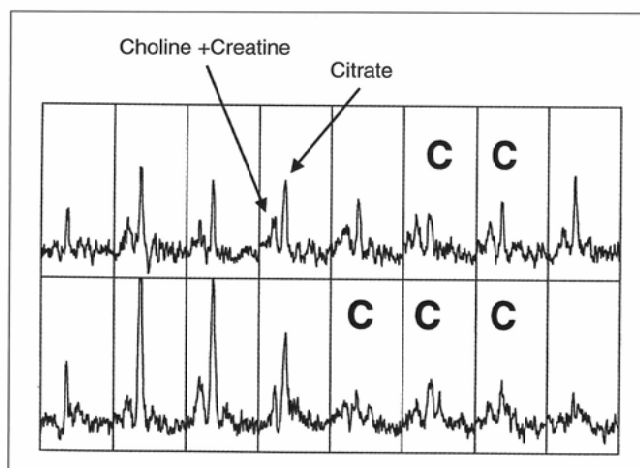
④前立腺全摘除術後の変化: 全摘除術後は、前立腺、精囊の欠損により膀胱が下降する。吻合部の線維化が完成するとT1強調像、T2強調像とも低信号となる。



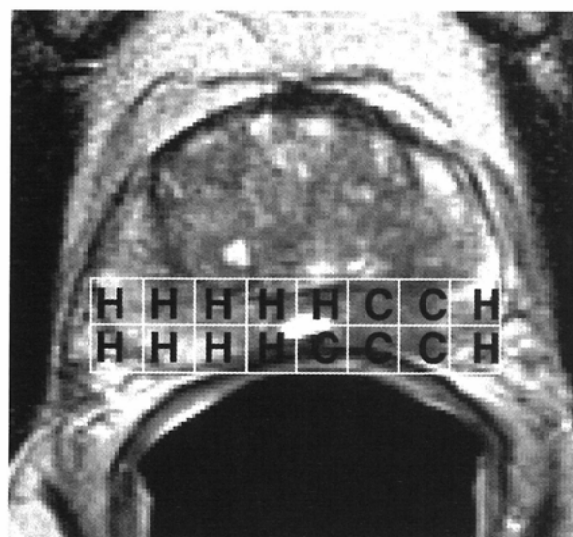
(A)



(B)



(C)



(D)

Fig. 7 Prostate cancer in the presence of postbiopsy hemorrhage (50-year-old man). Postbiopsy hemorrhage (arrow) is demonstrated as high signal intensity in the bilateral peripheral zone on T1-weighted image (A). On T2-weighted image, low signal intensity exists bilaterally (arrow), and it is not possible to distinguish between hemorrhage and tumor (B). Proton MR spectroscopy using an endorectal surface coil shows elevated choline peaks and decreased citrate peaks in five voxels of the left peripheral zone, indicating cancer (C, D). Biopsy-proved adenocarcinoma is seen in the left peripheral zone, whereas no malignant tissues are in the right peripheral zone.

C: cancer voxel, H: healthy voxel

(Reprinted, with permission, from reference 13).

3) Proton MR spectroscopyで得られる情報

前立腺癌のMRI診断は、形態と信号強度に基づいて行われるため、腫瘍検出能の正診率改善には限界がある。生体内の代謝情報を得られるproton MR spectroscopy (MRS)は、中枢神経系を中心に用いられているが、前立腺においても魅力的な検査方法である。

正常前立腺細胞には高濃度に亜鉛が分布しており、この影響でクエン酸は前立腺細胞内に貯留し、腺腔内へ分泌される。しかし、前立腺癌細胞は代謝経路が異なるため、クエン酸の貯留はほとんどない¹⁰⁾。proton MRSでは、正常前立腺組織の場合、2.6ppmの位置にクエン酸のピークが認められる。一方、前立腺癌では旺盛な膜合成と破壊を示唆するコリン(3.25ppm)のピークが高く、クエン酸のピークは減少する(Fig.7, 8)。移行域は前立腺肥大症の影響が強いため、現段階ではMRSによる診断は辺縁域のみを対象にしている。

MRSを利用し、腫瘍の主座がどこにあるか提示することで、効果的な生検が期待できる。また、生検後にMRIを撮像した場合、血腫のため癌局在診断に関するMRIの特異度は低下しているが、MRSの追加により偽陽性例を減少させることができる(Fig.7)¹³⁾。術前診断のgold standardは生検であるが、必ずしも目的部位の組織が採取できているわけではない。前立腺癌全摘症例を用いて、術前局在診断能を比較した報告では、前立腺生検の感度と特異度は50%と82%、endorectal surface coil-MRIでは67%と69%、proton MRSでは76%と57%であった¹⁴⁾。生検で陰性であっても、血清PSA値が高い等癌が疑わしい場合はMRI、MRSを利用した再評価

を行うなど、総合的な判断が必要である。

病期診断において最も重要な被膜外浸潤に関しては、proton MRSを用いても、被膜外に露頭した微小な腫瘍を直接検出することは困難である。しかし、proton MRSで被膜と接している低信号病巣が癌のパターンを呈し、その体積が大きい場合は、被膜外浸潤の可能性が高くなる¹⁵⁾。ホルモン治療、放射線治療、あるいはTURPなどの後には、健常であった領域についても腺組織の萎縮、間質細胞の増生などを生じるため、T2強調像で辺縁域の信号が低下する。癌の低信号を見ているのか健常組織の萎縮を見ているのか区別できない。このような場合、MRSを用いればコリンの上昇という代謝情報を見ることで、信号強度に左右されない診断が可能となる¹⁾。また、癌の中でもMRSで得られる(コリン+クレアチン)/クエン酸比が高い場合は悪性度が高いとされており、予後予測する因子になるかもしれない¹⁶⁾。

おわりに

男性骨盤腔の画像診断について、特に前立腺のMRI、MRSにて得られる情報を中心に概説した。前立腺はたとえ初診時であっても、炎症や出血、前立腺肥大症などがMRI画像を修飾していることが多く、信号強度のみで単純に診断することはできない。これに対し、MRSは代謝情報を基にした評価方法であり、診断、治療計画や経過観察に威力を発揮することが期待される。

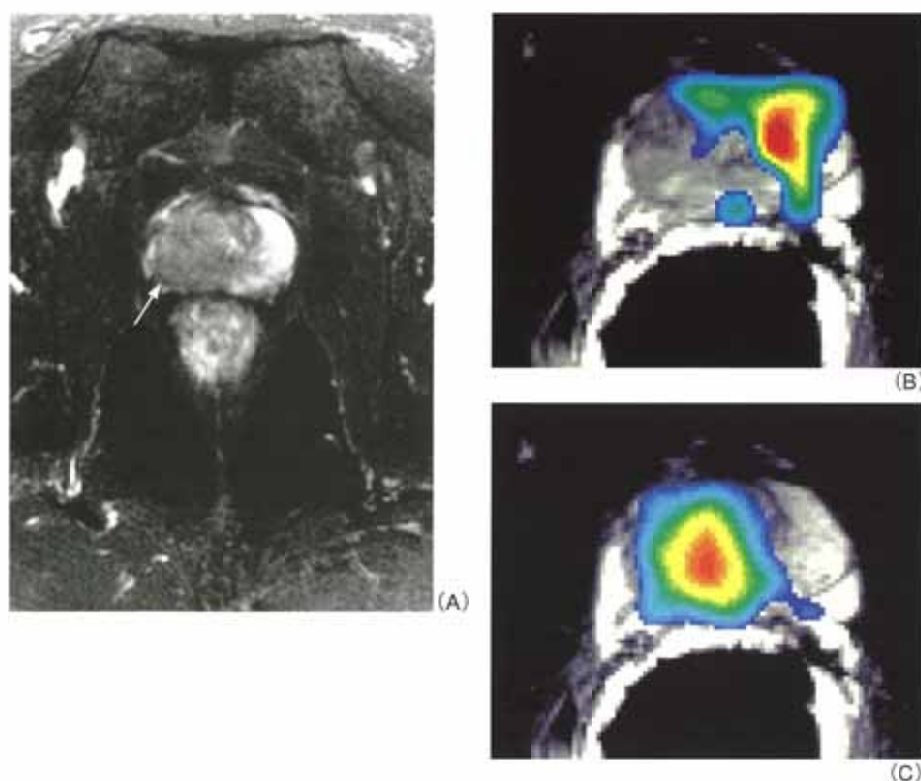


Fig. 8 Chemical shift imaging of prostate cancer (54-year-old man). Fat-saturated T2-weighted axial image (A) shows low signal intensity tumor in the right peripheral zone (arrow). Based on the data obtained with two-dimensional chemical shift imaging using an endorectal surface coil, T2-weighted image overlaid on the citrate image (B) could demonstrate healthy peripheral zone, and choline image (C) could demonstrate cancer extension.

文 献

- 1) Plawker MW, Fleisher JM, Vapnek EK, et al: Current trends in prostate cancer diagnosis and staging among United States urologists. *J Urol* 158: 1853-1858, 1997
- 2) McDermott VG, Meakem TJ, Stolpen AH, et al: Prostatic and periprostatic cysts: findings on MR imaging. *AJR* 164: 123-127, 1995
- 3) Yasumoto R, Kawano M, Tsujino T, et al: Is a cystic lesion located at the midline of the prostate a mullerian duct cyst? *Eur Urol* 31: 187-189, 1997
- 4) Yatani R, Shiraishi T, Nakakuki K, et al: Trends in frequency of latent prostate carcinoma in Japan from 1965-1979 and 1982-1986. *J Natl Cancer Inst* 80: 683-687, 1988
- 5) 榎 靖, 杉村和朗, Kurhanewicz J, 他: 前立腺のproton MRS. *日磁医誌* 19: 87-98, 1999
- 6) Wong-You-Cheong JJ, Krebs TL: MR imaging of prostate cancer. *Magn Reson Imaging Clin North Am* 4: 869-886, 2000
- 7) Yu KK, Hricak H, Alagappan R, et al: Detection of extracapsular extension of prostate carcinoma with endorectal and phased-array coil MR imaging: multivariate feature analysis. *Radiology* 202: 697-702, 1997
- 8) Jager GJ, Ruijter ETG, van de Kaa CA, et al: Local staging of prostate cancer with endorectal MR imaging: correlation with histopathology. *AJR* 166: 845-852, 1996
- 9) Wolf JS Jr, Cher M, Dall'era M, et al: The use and accuracy of cross-sectional imaging and fine needle aspiration cytology for detection of pelvic lymph node metastases before radical prostatectomy. *J Urol* 153: 993-999, 1995
- 10) Costello LC, Franklin RB.: Concepts of citrate production and secretion by prostate: 1. metabolic relationships. *Prostate* 18: 25-46, 1991
- 11) White S, Hricak H, Forstner R, et al.: Prostate cancer: effect of postbiopsy hemorrhage on interpretation of MR images. *Radiology* 195: 385-390, 1995
- 12) 杉村和朗, 榎 靖, 起塚裕美, 他: 経尿道的前立腺摘除術 (TURP)後のMRI-残存癌評価における有用性-. *日本癌治療学会誌* 27: 629-635, 1992
- 13) Kaji Y, Kurhanewicz J, Hricak H, et al: Localizing prostate cancer in the presence of postbiopsy changes on MR images: role of proton MR spectroscopic imaging. *Radiology* 206: 785-790, 1998
- 14) Wefer AE, Hricak H, Vigneron DB, et al: Sextant localization of prostate cancer: comparison of sextant biopsy, magnetic resonance imaging and magnetic resonance spectroscopic imaging with step section histology. *J Urol* 164: 400-404, 2000
- 15) Yu KK, Scheidler J, Hricak H, et al: Prostate cancer: prediction of extracapsular extension with endorectal MR imaging and three-dimensional proton MR spectroscopic imaging. *Radiology* 213: 481-488, 1999
- 16) Kurhanewicz J, Vigneron DB, Males RG, et al: The prostate: MR imaging and spectroscopy. *Rad Clin North Am* 38: 115-138, 2000
- 17) 榎 靖: 男性泌尿生殖器. 荒木力編: 腹部のMRI, 274-331, 2000, メディカル・サイエンス・インターナショナル, 東京.