

教育講座

- 知っておくと役立つ画像診断シリーズ - 泌尿器骨盤領域

骨盤部画像検査に必要な知識

島根医科大学泌尿器科

滋野和志

はじめに

泌尿器骨盤領域の画像診断法としては超音波検査，CT，MRI，膀胱造影，尿道造影が利用頻度が高い．超音波検査は主に泌尿器科医，放射線科医，超音波検査士が施行することが多く，放射線技師が直接かわることは少ないと思われるが，CT，MRIについては放射線技師に依存するところが多い．また，膀胱造影，尿道造影は通常泌尿器科医が透視下に技師と共同で行うことが多い．いずれにしても放射線技師は対象となる臓器の解剖と機能，鑑別診断，求められている情報等についての知識が多いほど，より良い画像の撮像，提供が可能であろう．この講座では画像検査を頻用する主な骨盤部泌尿器科臓器について，放射線技師の方に知っておいてほしい解剖と機能，疾患の概要，診断手順，検査上の注意点などについて，教科書的にすべては網羅していないが，一般の成書にはあまり書かれていない実践的な内容を記述するように努めた．

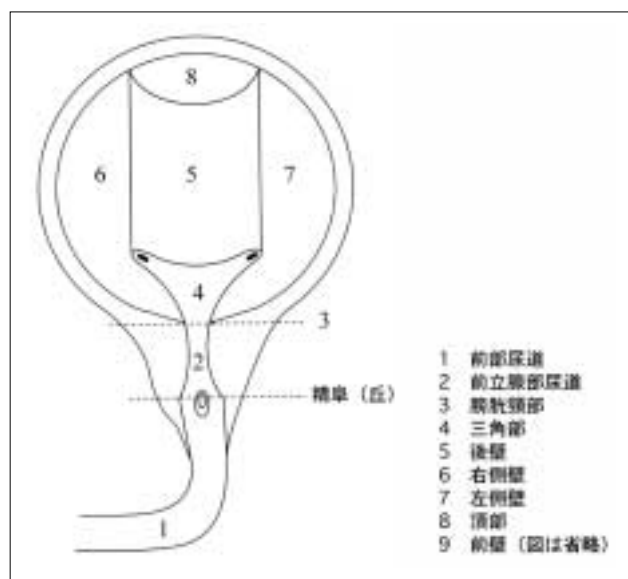
1. 解剖と機能

1-1 腎盂，尿管

腎で生成された尿は薄い筋層を有する尿管の蠕動運動によって，腎盂から尿管を通して膀胱に移送される．よって腸管と同様に何らかの原因で蠕動が低下すれば，器質的な閉塞はなくても尿の停滞，尿管の拡張が起こる．尿管は腎門から出た後，腸腰筋の外側を下降し，L5の高さで総腸骨動静脈と交差し骨盤内に入る．尿管膀胱移行部では，尿管は膀胱筋層内を斜走して逆流防止機構が構成されている．腎盂尿管移行部，総腸骨血管交叉部，尿管膀胱移行部の3カ所は生理的狭窄部と呼ばれ，尿管結石が陥頓しやすい部位でもある．

1-2 膀胱

膀胱は3層の互いに走行が交差する平滑筋が排尿筋を構成している伸縮性のある臓器である．泌尿器科医は膀胱鏡所見を基に，内腔を区別して，三角部，側



膀胱癌取扱い規約【第3版】より抜粋

Fig. 1 膀胱鏡所見の記載
膀胱腔内を図のように区別して，腫瘍の存在部位を表す．

壁，後壁，頂部，前壁と呼ぶ(Fig. 1)．患者が膀胱鏡台上に碎石位をとった状態で，膀胱鏡検査時に空気が貯留している部分が頂部である．また，尿道，膀胱頸部の位置は術者から見たまを時計の文字盤にあてはめて表現する．泌尿器科医が各種の検査をオーダーするときには，腫瘍などの位置をこれらの表現を使って記載していることが多い．

膀胱の機能は蓄尿と排尿の二つで，正常な蓄尿時には蓄尿量に応じて筋繊維が弛緩し，内圧が上昇しない(コンプライアンスが良い)．排尿は橋の排尿中枢を中心として，外括約筋の弛緩，排尿筋の収縮，膀胱頸部の内括約筋による漏斗状の形成が順序良く行われる協調運動で，通常は大脳皮質で意識的に排尿をコントロールしている(抑制している)．排尿時には尿管の膀胱粘膜下部分は膀胱内圧により圧排されるため閉塞し，逆流が防止される．

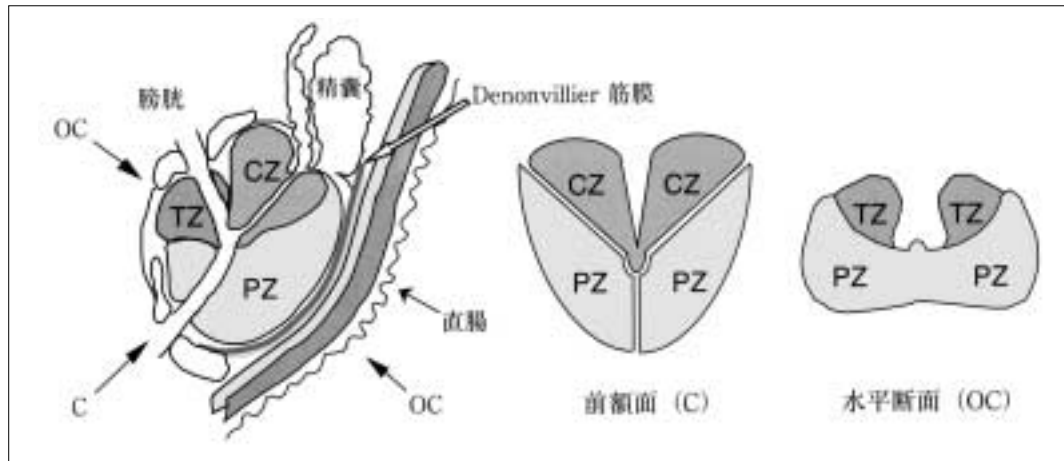


Fig. 2 前立腺の断面図

膀胱癌取り扱い規約【第3版】より抜粋

CZは中心領域，TZは移行領域，PZは辺縁領域を示す。

1-3 尿道

男性の尿道は20～25cmで，前立腺部，膜様部，球部，振子部尿道に区別される．膜様部尿道損傷は骨盤骨折に合併しやすく，会陰部打撲では球部尿道を損傷しやすい．

1-4 前立腺，精嚢

前立腺は男子において膀胱頸部から外尿道括約筋までの間の尿道を取り囲むように存在する．前立腺の機能や疾患を考えるうえでMcNealの領域解剖が有用で，中心領域，移行領域，辺縁領域の3区域に分ける (Fig. 2)．精嚢は膀胱の下後壁に付着し，主管は多数の側枝を持つ蛇行した管で，排出管は精管膨大部の外側壁に合流し，前立腺内部で射精管を形成する．前立腺および精嚢から分泌される液が精液の大部分を占めている．前立腺癌の早期発見を中心として，臨床的に非常に大きな役割を果たしている前立腺特異抗原 (prostate specific antigen: PSA) は前立腺の腺細胞内にあり，腺腔内に分泌される．つまり精液 (前立腺液) 内に高濃度に存在するタンパク融解酵素である．血液検査では，腺の基底膜の損傷により血中に漏出した微量なPSAを測定している．よってPSAは前立腺に特異的であるが，癌に特異的ではない．PSA値は前立腺癌をはじめとして，肥大症，炎症などの前立腺疾患でも上昇するが，臨床所見や経時的な変化も加味すると，鑑別がある程度可能である．

1-5 精巣，精巣上体，精管

精巣の機能は精子形成とアンドロゲン産生である．精巣内で形成された精子は精巣上体で成熟する．精管は長さ約40cmもある平滑筋に富む管で，陰嚢から鼠径管の中を通過して後腹膜腔に入り，尿管と交差したの

ち膀胱後部で精管膨大部となる．そして精嚢と合流して射精管となり前立腺を貫いて前立腺部尿道の精阜の両側に開口する．

2．骨盤部領域の泌尿器科疾患

疾患ごとの画像所見，診断については他に多くの良書があるのでそちらに譲るとして，この章では主な疾患について，われわれ泌尿器科医が診断をすすめていく通常の臨床的な流れを述べる．そのなかで画像診断がどのようにかかわっていくのか参考になれば幸いである．

2-1 尿管

2-1-1 急性尿管閉塞

臨床症状としては，腎盂，尿管，腎皮膜の急激な内圧上昇を反映して，突然発症する患側の腰背部から側腹部にかけての疼痛で，仙痛発作と呼ばれる強い疼痛のことが多い．腹膜刺激症状が加わることも多く，嘔気，嘔吐をたびたび認める．また，患者は左右差も不明瞭な腹痛として訴えることもあるが，腰背部 (腎部) の叩打痛があれば急性尿管閉塞を疑うことは容易である．

原因としては結石の尿管への陥頓が最も多く，陥頓部位としては生理的尿管狭窄部位の腎盂尿管移行部，腸骨動静脈交差部，尿管膀胱移行部が多い．尿管膀胱移行部に結石が陥頓した場合は，頻尿などの膀胱刺激症状を伴うことが多い．結石以外の原因では何らかの原因による上部尿路の出血により形成された血塊も原因となりうる．

急性尿管閉塞に対しては通常鎮痛以外に救急の処置が必要となることは少なく，様子を見ることが多いので，他の緊急処置を必要とする急性腹症との鑑別が重

要である。

丁寧な理学所見により急性尿管閉塞が疑われ、超音波検査にて水腎症を認めれば、診断はほぼ確かとなる。KUBを撮影することも多いが、小結石を単純写真で診断するのは困難なことが多い。診断が不確かで、他の急性腹症との鑑別が必要な場合は、従来より排泄性尿路造影を行うことが多かったが、最近では、ヘリカルCTを第一選択の検査とし、十分な感度、特異度が得られるとする報告が多い。CTは結石に対する感度が高く、尿路以外の情報が得られるメリットもある。ただし、造影CTの場合は造影剤が尿路に排泄された時期に撮影すると、水腎症、水尿管症、閉塞部位は明瞭となるが、結石が造影剤と区別できなくなるので注意が必要である。

2-1-2 慢性尿管閉塞

長期にわたる不完全な閉塞の場合、症状も強くなく、上部尿路の拡張や腎実質の菲薄化の程度は、閉塞の程度、期間によりさまざまである。閉塞解除後の腎機能の回復はあまり期待できない。また腎盂、腎杯の拡張は軽減しても、拡張、変形は残存することが多く、尿路造影では一見閉塞があるように見え、判断が困難である。このような場合に閉塞の有無を判断するには、利尿レノグラムが有用である。

原因としては尿管結石、尿管腫瘍、リンパ節腫大(転移、リンパ腫)による圧迫、後腹膜繊維症、腹部骨盤部手術後などの尿管レベルのものと、前立腺肥大症や神経因性膀胱、慢性尿閉などで膀胱内圧が高い場合がある。後者では通常両側性に上部尿路が拡張している。慢性尿閉の患者において、排泄性尿路造影で造影剤の排泄が遅れ、上部尿路が描出されないときに導尿を行うと、速やかに上部尿路が描出されてくることもある。

2-1-3 尿管腫瘍

尿管腫瘍は血尿や尿管閉塞に伴う症状がきっかけとなり発見されることが多いが、通常、尿管閉塞は急速には起こらないので、発作性の疼痛や強い症状はないことが多い。ただし、血尿に伴い血塊を形成して、これにより尿管閉塞を起こすと結石が尿管に陥頓した場合と同様な急性尿管閉塞の症状を呈する。

尿管腫瘍を疑った場合、排泄性尿路造影を施行することが多い。尿管腫瘍は陰影欠損として描出されるが、不明瞭な場合や、尿管閉塞が強く患側の造影剤の排泄が不良で尿管が描出されない場合は、逆行性上部尿路造影を行う。また、排泄性尿路造影で腫瘍が確認できても、尿管尿の採取や擦過細胞診のために逆行性検査を行うことが多い。また、最近では尿管鏡検査で直接腫瘍を観察したり、生検を行う場合もある。その場合、適応があると判断されれば内視鏡的切除を行

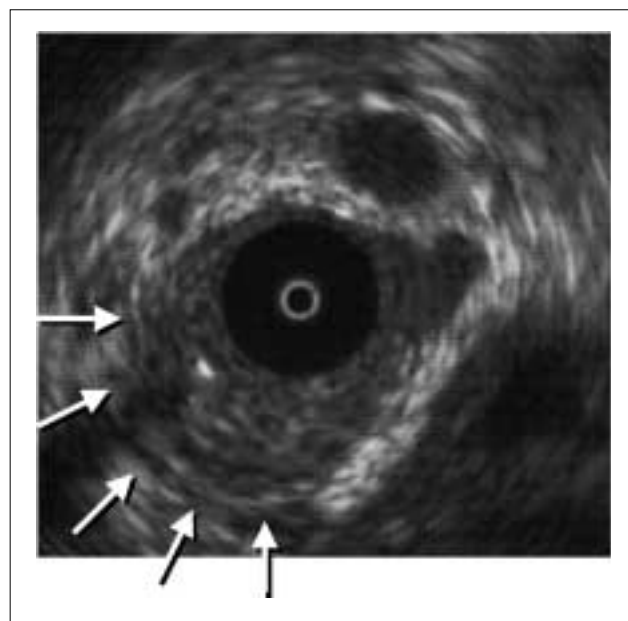


Fig. 3 左尿管癌(pT3, TCC, G3>G2)
細経プローブを用いた超音波検査で矢印部分の筋層の断裂が疑われた。摘出標本の病理検査の結果、同部位では癌の周囲組織への浸潤が確認された。

う。尿管が完全に閉塞している場合や逆行性検査が何らかの理由でできない場合には、順行性に腎盂を穿孔して細胞診用の尿採取と順行性尿路造影を行うこともある。尿路造影はいずれも管腔内のみを描出するため周囲への浸潤についての情報は得られない。

腫瘍の確定診断後、病期診断のためにはCTやMRIを施行する。CTでは周囲への浸潤程度の情報が得られるが、リンパ節転移の検索が主な目的となる。また、結石との鑑別が困難な時にも有用である。尿管壁は非常に薄いため、筋層浸潤の有無の鑑別はMRIでも困難であるが、尿管の走行を考慮して垂直に断層撮影を行うことにより、情報の精度が上昇する。閉塞が高度でヨード造影剤が排泄されない場合や腎機能障害、ヨードアレルギーがある場合には、感度は悪くなるが、MR urographyが有用である。高周波数の細経プローブを用いた腔内エコーは筋層の断裂を診断するのに有用である(Fig. 3)。

2-1-4 膀胱尿管逆流症

排尿時に尿が膀胱から尿管に逆流する現象をいい、正常では先に述べた構造により起こらない。幼児では膀胱壁が薄く、粘膜下の走行が短いため、逆流を生じやすく、成長に従い、自然に程度が軽減したり、消失する可能性がある。多くは幼少時に再発性の尿路感染症から本症が疑われ、排尿時膀胱尿道造影により診断される。排尿時膀胱尿道造影では、患者の緊張や羞恥心を和らげる工夫が必要である。また、利尿がしていると軽度のみは見逃す危険性があるので注意す

る。他の方法として、X線被曝量を減少させる目的で、RIや超音波造影剤を膀胱内に注入する方法もある。

2-2 膀胱

2-2-1 炎症性疾患

一般の急性細菌感染症では画像検査を施行する必要はないが、再発性、難治性であったりする場合は、基礎疾患の検索のため尿路造影、CTなどを施行する。

放射線膀胱炎は骨盤臓器の悪性腫瘍に対して放射線治療が行われた後に生じやすく、放射線治療後の治療効果判定をするためには、正常組織に生じる炎症性変化を理解しておく必要がある。CTではびまん性の壁肥厚が見られ、MRIではT2強調像で粘膜、粘膜下層の浮腫が高信号に、筋層は低信号に、膀胱周囲組織の炎症が高信号に描出される。

2-2-2 膀胱癌

肉眼的血尿がきっかけとなり発見されることが多い。検診の尿潜血陽性(顕微鏡的血尿)から発見されることはそれほど多くない。腹部超音波検査で偶然発見されることもあるが、頻度は高くない。スクリーニングで行う腹部超音波検査以外では、上部尿路の検査のため施行した排泄性尿路造影で膀胱内に陰影欠損が疑われ、精査の結果発見されることもある。いずれにしても確定診断は膀胱鏡検査による。したがって画像検査はすでに腫瘍の存在について診断された段階で施行されることが多く、病期診断が主な目的となる。通常病期はTNM分類で表現され、治療法や予後に関する(Table 1)。膀胱悪性腫瘍の治療は基本的には腫瘍の内視鏡的切除術か膀胱全摘術が行われるが、両者の術後のQOLには大きな差がある。他には抗癌剤やBCGの膀胱内注入、放射線療法、動注化学療法、全身化学療法があり、複数の治療を組み合わせることも多い。治療法は施設間で少し差はあるが、その決定には腫瘍の悪性度(異型度)と深達度が最も関係する。深達度では筋層浸潤の有無、ある場合はその程度、周囲脂肪浸潤の有無の診断が治療法決定に強くかかわるので重要である。

超音波検査は経腹的には深達度の診断は困難であるが、経尿道的に腔内より内視鏡で腫瘍を観察しながらその基部近くに10~20MHzの細径プローブを位置させてラジアル走査で検査を行う。表在性が浸潤性かの診断に役立つが、T3以上の浸潤や腫瘍のサイズが大きい、石灰化を伴うなどの場合は診断困難である。CTでは筋層を直接描出できないため、低濃度に描出される周囲脂肪浸潤への浸潤は可能であるが、それ以下の深達度診断は困難である。筋層浸潤の診断にはMRIが有

Table 1 膀胱腫瘍のTNM分類 - 原発腫瘍の壁内深達度

Tx	原発腫瘍が評価されていないとき
T0	腫瘍なし
Tis	上皮内癌(CIS)
Ta	浸潤なし
T1	粘膜下結組織までの浸潤
T2	筋層浸潤があるもの
T2a	筋層の半ばまでの浸潤
T2b	筋層の半ばを超えるもの
T3	膀胱周囲脂肪組織への浸潤があるもの
T3a	顕微鏡的浸潤
T3b	肉眼的浸潤(壁外に腫瘍があるもの)
T4	腫瘍が以下のいずれかに浸潤するもの 前立腺, 子宮, 膣, 骨盤壁, 腹壁
T4a	前立腺 子宮あるいは膣への浸潤
T4b	骨盤壁あるいは腹壁への浸潤

膀胱癌取り扱い規約【第3版】より抜粋

用であるが、腫瘍の基部膀胱壁に垂直な断面で評価することが最も重要である。そこで、腫瘍の存在部位を検査施行前に知っておくことは大切である。われわれ泌尿器科医は膀胱鏡所見で表現したり、図示したりするので、放射線技師がその表現方法を知っておくことは重要である(Fig. 1)。MRIによる深達度の診断にはT2強調像とGd造影早期のT1強調像(あるいはダイナミック像)が有用である。筋層はT2強調像で低信号に描出され、不整があればT2a、断裂があればT2b、膀胱周囲脂肪組織まで及べばT3と判定される。Gd造影T1強調像では、造影早期に腫瘍と粘膜下層が濃染するため、T1以下とT2以上の鑑別が可能である。

腫瘍の内視鏡切除後に残存腫瘍を疑いMRIを施行することもあるが、術後の浮腫や炎症性変化が存在する可能性があるため注意が必要である。

CTでもMRIでも撮像範囲内のリンパ節腫大、骨病変には常に注意が必要である。

2-3 前立腺

2-3-1 前立腺癌

血清PSA値の測定および経直腸的超音波(TRUS)監視下の前立腺針生検が普及したことに伴い、早期前立腺癌の発見が急増している。前立腺癌発見のきっかけは、排尿症状などの理由で泌尿器科を受診した後に前立腺癌が疑われるか、PSAを用いた検診により前立腺癌が疑われるかの2通りが主で、近年、後者の割合が増加してきている。また後者では、直腸指診、TRUSで異常がなく、系統的にランダムな前立腺針生検を施行した結果発見される前立腺癌が多く、これらは新しい病期のカテゴリーであるT1cに分類される(Table

2).

CTは癌と正常組織、肥大症との間のX線吸収値の差が少なく異常部位を描出できないため、MRIが中心となる。前立腺癌は辺縁領域に多いため、MRIのT2強調像にて低信号を呈する癌病変が描出されやすい。しかし、移行領域の癌については、TRUS同様、MRIでも肥大結節が並存することが多く、その不均一な低信号のため癌の描出は難しい。しかし、移行領域の癌は注意深く観察するとT2強調像で境界が不明瞭な均一な低信号を呈することが多い。またdynamic studyでは、辺縁領域の癌は正常部分に比べて早期に濃染される。移行域については、尿道周囲、肥大結節が早期に造影されるため区別しにくい、より早期の評価をすることにより肥大症と鑑別できる可能性がある。MRIは前立腺癌の診断が確定した後に行われることが多く、病期診断が主な目的となる。局所の病期診断では腫瘍が被膜内にとどまっているかどうか重要で前立腺全摘除術の適応にかかわる。腫瘍が明らかに被膜を越えている所見以外では、広い範囲で被膜に接している、辺縁の膨隆、陥凹などがT3以上の所見である。また、局所所見では精嚢への浸潤の有無が重要である。T2強調像で精嚢が低信号を呈したり、隔壁の肥厚が観察される場合や、Gdで造影されれば精嚢浸潤ありと診断する。一方、病期診断以外にも、T1c癌における腫瘍の検索や術後の性功能保持を目的に行う神経血管束温存の適応の決定のために、腫瘍の局在に関する情報はやはり重要である。

生検後の検査では前立腺内の出血により診断精度が低下する。これを回避するためには、造影所見を重視する。またproton MR spectroscopyは代謝情報を診断に利用し、出血の影響を受けないので、これを加えることにより、診断の低下を減少できる。

2-3-2 前立腺肥大症

前立腺肥大症はその程度、症状はさまざまであるが、60歳代では過半数に認められる。以前は逆行性尿道造影による前立腺の間接的な評価がgold standardであったが、現在では簡便に施行でき、zonal anatomyが描出可能なTRUSが中心である。MRIもzonal anatomyの描出にすぐれ、組織型(腺優位型と間質優位型)の区

Table 2 前立腺癌のTNM分類 - 原発腫瘍

Tx	原発腫瘍の評価が不可能
T0	原発腫瘍を認めない
T1	蝕知不能、または画像では診断不可能な臨床的に明らかでない腫瘍
T1a	組織学的に、切除組織の5%以下に、偶発的に発見される腫瘍
T1b	組織学的に、切除組織の5%を超え、偶発的に発見される腫瘍
T1c	針生検により確認(例えばPSAの上昇による)される腫瘍
T2	前立腺に局限する腫瘍
T2a	片葉に浸潤する腫瘍
T2b	両葉に浸潤する腫瘍
T3	前立腺被膜を越えて進展する腫瘍
T3a	被膜外へ進展する腫瘍(片葉、または両葉)
T3b	精嚢に浸潤する腫瘍
T4	精嚢以外の隣接組織(膀胱頸部、外括約筋、直腸、拳筋、および/または骨盤壁)に固定、または浸潤する腫瘍

前立腺癌取扱い規約【第3版】より抜粋

別も可能である。前立腺癌の鑑別が必要であるが、移行領域内に発生した癌は、肥大症では高信号と低信号が混在するため、鑑別が難しい。辺縁領域も肥大した移行領域に圧排され菲薄化し、T2強調像で低信号を呈するためやはり癌の検出が困難となる。

2-4 停留精巣

精巣は胎児期に腹腔内から鼠径管を通して陰嚢内に下降するが、陰嚢内まで十分に下降しなかった場合を停留精巣と呼ぶ。停留精巣は悪性腫瘍発生のリスクが高いこと、不妊の原因となることなどから早期に診断し、適切な治療が必要である。生後1年以内では自然に下降する可能性があるが、それ以後はほとんど期待できない。可能な限り、手術的に陰嚢内に固定を行うが、体表から触知しない場合は、画像検査による検索が必要である。鼠径管内から陰嚢部までは超音波検査で検出可能であるが、腹腔内ではCTあるいはMRIによる検索を行う。しかし、必ずしも診断精度が高くないため、最近では腹腔鏡による検索、精巣固定術、精巣摘出術が試みられている。

最後に

放射線技師の皆さんに、より良い泌尿器骨盤領域の画像を提供していただくために、疾患をしぼって臨床的な観点からポイントのみを述べた。全体としてまとまりがなく、書き落とした内容もあると思われるが、少しでも皆さんの役に立っていただければ幸いです。