

原著

尿道結石陥頓に対するリアルタイム経直腸超音波下経尿道的碎石術の経験

酒井順¹⁾ 川村研二²⁾

¹⁾恵寿総合病院 臨床研修医 ²⁾恵寿総合病院 泌尿器科

【要約】

【はじめに】男性の尿道結石嵌頓に対して、X線透視を用いずに、経直腸的超音波（Transrectal ultrasound 以下TRUSと略す）下で経尿道的碎石術を行い、その安全性と治療効果を検討した。

【対象と方法】2012年7月から2019年3月の間に当院で尿道結石嵌頓と診断され、TRUS下に経尿道的碎石術を施行した男性11例を対象とした。手術時はTRUS下で尿道結石をリアルタイムに確認しながら、経尿道的に内視鏡を挿入し、結石を碎石した。碎石片を摘除後に再度尿道と膀胱を確認し、TRUS下に尿道カテーテルを挿入して手術を終了した。治療効果、術中周術期併発症、術後歩行時間、食事開始時間、尿道カテーテル留置期間について検討した。アウトカムとして、歩行は術後2時間、食事は術後2-4時間より開始とした。尿道カテーテル留置期間の目標は、術翌日以降から5日以内とした。

【結果】治療効果は全例で完全碎石可能かつ結石摘除可能であった。X線透視を必要とした患者は認めず、全例でリアルタイムTRUSを用いた経尿道的手術を完遂できた。術中・周術期併発症は認めなかった。術後2時間の歩行及び術後2～4時間での食事開始は全例で可能であった。尿道カテーテル留置期間は中央値15時間であり、全例で5日以内の抜去が可能であった。

【結語】男性の尿道結石嵌頓症例に対して、リアルタイムTRUS下に経尿道的碎石術を行い、安全かつ確実な治療が可能であった。この方法はX線被曝がなく、内視鏡と超音波の2つの異なる画像を確認しながら手術可能である。安全性と手術精度向上のため、標準術式としてさらなる普及が望まれる。

Key Words：尿道結石陥頓，リアルタイム経直腸的超音波，経尿道的碎石術

【はじめに】

尿道結石は尿路結石症の1～2%を占め¹⁾、強い排尿障害と尿閉を来すため、緊急に対応すべき疾患である¹⁻⁵⁾。CT検査や膀胱尿道鏡検査で診断可能であるが、腹部超音波検査では診断が難しい²⁻⁵⁾。治療は、尿道結石嵌頓の場合には、尿道から内視鏡を挿入して直視下でレーザー碎石（経尿道的レーザー碎石術）を行うが、尿道結石陥頓では結石より膀胱側の尿道が内視鏡では確認できないため、尿道損傷の危険性がある²³⁾。そのため、X線透視下に陥頓部より膀胱側にセーフティーガイドワイヤー挿入を試みたり、造影剤を用いて膀胱側の尿道と結石の陥頓部位を確認したりする必要がある²³⁾。経直腸的超音

波（Transrectal ultrasound 以下TRUSと略す）ガイド下の尿道結石治療報告についてAmend G⁶⁾らは、尿道結石をリアルタイムTRUSで確認しながら、20Fr尿道カテーテルとバスケット鉗子を用いて尿道結石を摘除する方法を紹介している。

今回、男性の尿道結石陥頓に対して、X線透視を用いずに、リアルタイムTRUS下に経尿道的碎石術を行い、その安全性と治療効果について評価したので報告する。

【対象と方法】

対象は2012年7月から2019年3月に尿道結石陥頓と診断されTRUS下に経尿道的碎石術を施行

表 1 尿道結石嵌頓症例の臨床データ，手術方法、治療効果とアウトカム

症例	年齢(歳)	主訴	陥頓部位	最大径(mm)	個数	尿道狭窄	膀胱尿道鏡	レーザー	尿道から膀胱へ結石プッシュバック	結石成分	既往手術	治療効果	術中併発症	周術期併発症	術後2時間目歩行	術後当日食事摂取	尿道カテーテル留置時間(時間)
1	60	排尿時痛血尿	振子部	9	1	なし	硬性	使用	プッシュバック	尿酸カルシウム	なし	完全碎石摘除	なし	なし	可能	可能	14
2	73	排尿困難	振子部	4	5	振子部尿道	硬性	—	—	尿酸カルシウム	経尿道的前立腺剥離切除術	完全碎石摘除	なし	なし	可能	可能	60
3	45	排尿困難	振子部	11	1	なし	軟性	使用	—	尿酸カルシウム 磷酸カルシウム	なし	完全碎石摘除	なし	なし	可能	可能	15
4	64	排尿困難血尿	振子部	12	1	なし	軟性	使用	—	尿酸カルシウム	なし	完全碎石摘除	なし	なし	可能	可能	13
5	67	排尿困難	膀胱頸部	8	1	膀胱頸部狭窄	硬性	使用	プッシュバック	尿酸カルシウム 磷酸カルシウム	経尿道的前立腺剥離切除術	完全碎石摘除	なし	なし	可能	可能	86
6	72	排尿困難	振子部	5	1	振子部尿道	硬性	—	プッシュバック	尿酸カルシウム 磷酸カルシウム	経尿道的前立腺剥離切除術	完全碎石摘除	なし	なし	可能	可能	85
7	65	排尿困難	振子部	10	1	膀胱頸部狭窄	硬性	使用	—	磷酸1水素カルシウム 磷酸カルシウム	経尿道的前立腺剥離切除術	完全碎石摘除	なし	なし	可能	可能	36
8	65	排尿困難	前立腺部	6	10	なし	硬性	使用	プッシュバック	磷酸1水素カルシウム 磷酸カルシウム	経尿道的前立腺剥離切除術	完全碎石摘除	なし	なし	可能	可能	14
9	66	排尿困難	膀胱頸部	8	2	なし	硬性	—	—	不明	前立腺全摘	完全碎石摘除	なし	なし	可能	可能	87
10	82	排尿困難	膀胱頸部	22	2	なし	硬性	使用	—	尿酸カルシウム	前立腺全摘	完全碎石摘除	なし	なし	可能	可能	15
11	55	排尿困難	膀胱頸部	5	3	なし	硬性	—	プッシュバック	不明	経尿道的前立腺剥離切除術	完全碎石摘除	なし	なし	可能	可能	15

した男性 11 例（年齢中央値：65 歳，範囲：45-82 歳）である。症例の詳細を表 1 に示した。主訴は、排尿困難が 11 例中 11 例（100%）であり、結石の陥頓部位は、振子部尿道 6 例，膀胱頸部 4 例，前立腺部尿道 1 例であった。結石最大径の中央値は 8 mm（範囲:4-22 mm），結石個数の中央値は 1 個（範囲:1-10 個）であった。尿道狭窄を 4 例に認めた。

手術方法：手術は全例全身麻酔で行った。体位は碎石位で行い，超音波装置は日立社製（Avius HA500）を用い，コンベックスプローブ（EUP-V53W：9Hz）を肛門から直腸に下方から 45 度の角度で挿入し，STORZ 社製の内視鏡ホルダー（K28272HB,K28272UKN）を用いて固定した（図 1A）。硬性内視鏡は STORZ 社製内尿道切開刀（K28068K），軟性内視鏡はオリンパス社製電子スコープ（CYF-VHA）を使用した。ビデオスコープシステムは，オリンパス社製 VISERA ELITE（OTV S-190, CLV S-190, OEV 262H），レーザー発生装置は，ポストンサイエンティフィック社製パーサパルスセレクト 30W を用いた。超音波画像は内視鏡画像と並列して 1 画面に表示した（図 1B,超音波外部出力：日立社製 Avius HA500 の AVI，入力：オリンパス社製ビデオスコープシステム VISERA ELITE ビデオ入力）。手術時は，まず超音波で尿道結石を描出し，リアルタイムで結石を確認しながら（図 2A,B），経尿道的に内視鏡を挿入

し結石を確認し碎石した（図 2C）。尿道狭窄例では，尿道狭窄バルーン拡張術を TRUS 下に行った（図 2D）。尿道拡張バルーンは，バード社製 X-フォース U30 を用いた。レーザー碎石後に碎石片を摘除した。碎石しないで結石を摘出する際には把持鉗子と膀胱洗浄で結石を摘除した。尿道・膀胱を確認して，TRUS 下に 20Fr 先穴尿道カテーテルをガイドワイヤー下に挿入して手術を終えた。

手術・周術期の評価項目：治療効果，術中・周術期併発症，術後歩行時間，食事時間，尿道カテーテル留置期間について検討した。アウトカムとして歩行開始は術後 2 時間，食事開始は術後 2-4 時間とした。尿道カテーテル留置期間は術翌日以降，5 日以内を目標とした。

この研究は，恵寿総合病院倫理委員会の承認を得て行った（審査番号 2019-10-12 号）。

【結果】

使用した膀胱鏡は，軟性鏡が 2 例，硬性鏡が 9 例であった。レーザー碎石を 11 例中 7 例（63.6%）で行った。レーザー碎石を行わずに，鉗子で結石摘除可能であったのは 11 例中 4 例（36.4%）であった。結石を尿道から膀胱にプッシュバックしてから結石治療を行った症例は 11 例中 5 例（45.5%）であった。治療効果は全例で結石摘除可能であった。手術時に尿道狭窄を 11 例中 4 例（36.4%）に認め，尿道

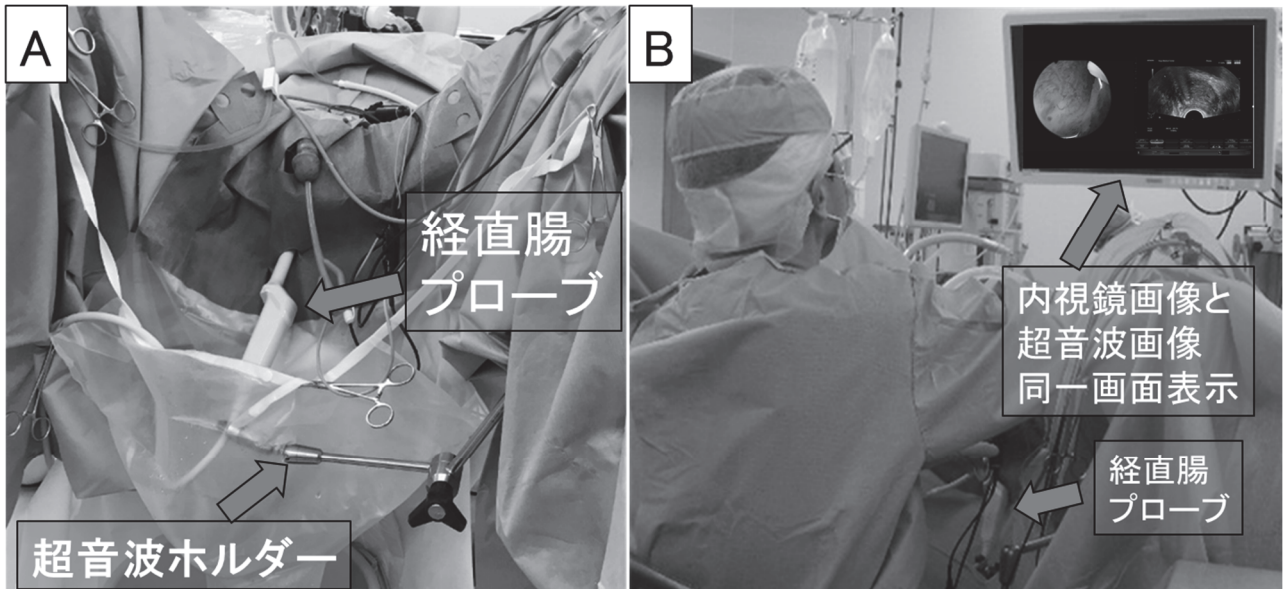


図1 リアルタイム経直腸超音波下経尿道的尿道結石碎石術の手術画像

- A. 経直腸プローブを下方から斜め45度の角度で肛門から直腸に挿入し，超音波ホルダーで固定。
- B. 内視鏡画像と超音波画像を同一画面に表示して手術を施行。

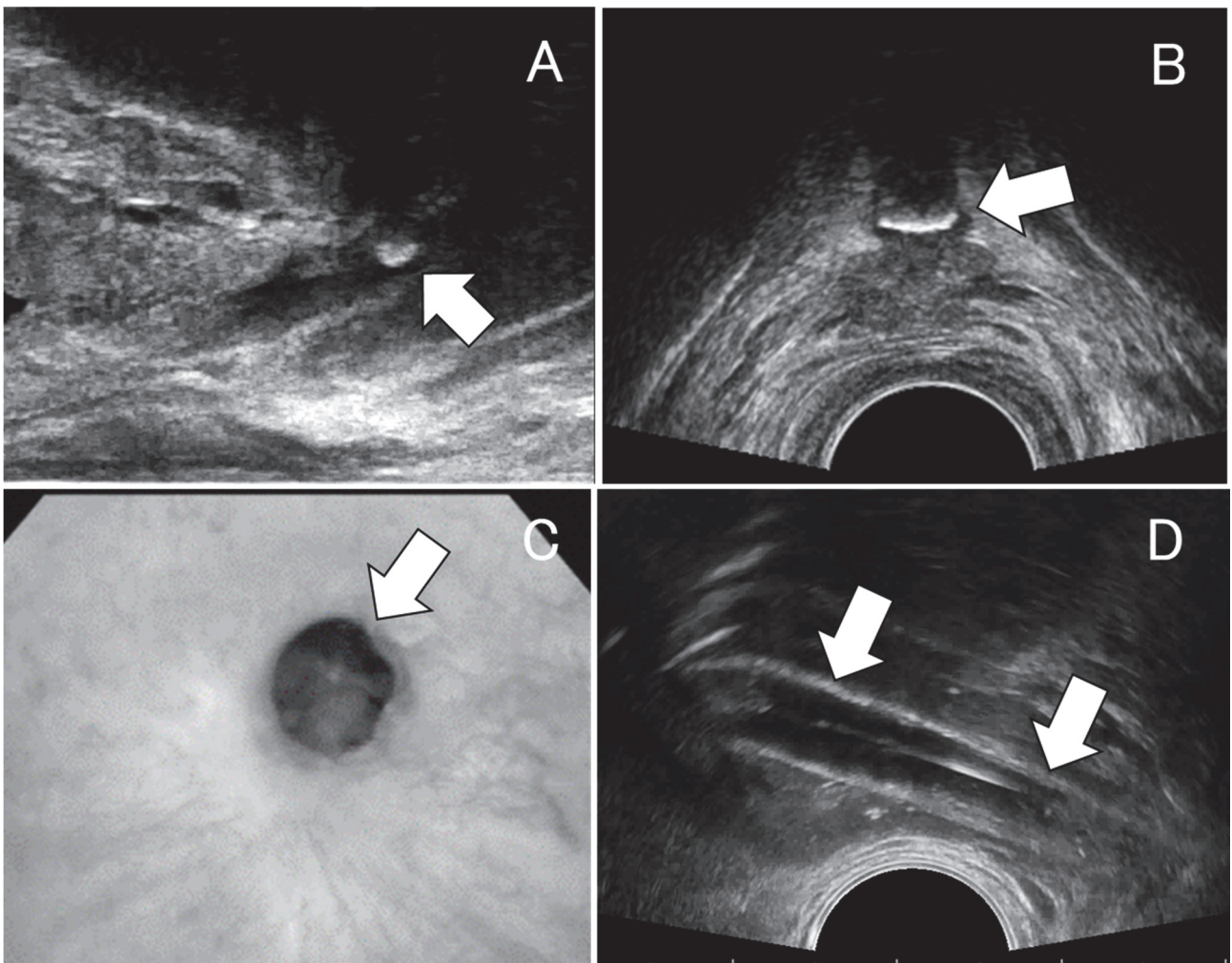


図2 尿道結石陥頓の超音波，尿道鏡の画像と尿道狭窄バルーン拡張時の超音波画像

- A. 尿道結石陥頓 振子部 TRUS 矢状断 矢印は結石を示す。
- B. 尿道結石陥頓 振子部 TRUS 横断面 矢印は結石を示す。
- C. 尿道狭窄を伴う尿道結石陥頓 膀胱頸部 尿道鏡像 矢印は結石と尿道狭窄部を示す。
- D. 尿道狭窄バルーン拡張時の超音波画像 矢状断 矢印は尿道拡張バルーンを示す。

拡張術を施行した。

X線透視を必要とした患者は認めず、全例でリアルタイム超音波を用いた経尿道的手術を完遂できた。術中・術後併発症は全例で認めなかった。術後2時間での歩行、術後2-4時間での食事は全例で可能であった。尿道カテーテル留置期間は中央値15時間(範囲:13-87時間)、全例で5日以内に抜去可能であった。

【考察】

泌尿器科領域では、リアルタイムTRUSが手術・検査手技(経直腸または経会陰前立腺生検、前立腺癌の内照射における放射性シードの挿入、前立腺癌の凍結手術の凍結針の挿入等)に用いられている⁵⁻⁸⁾。我々は、TRUSを用いた経尿道的手術の有用性について報告してきた⁶⁻⁸⁾。膀胱腫瘍では残存腫瘍の確認、切除部位の確認に有効であり、巨大な腫瘍も切除可能になる⁶⁾⁷⁾。経尿道的前立腺剥離切除術では、前立腺内腺の剥離部位の確認が可能で穿孔率が減少する⁸⁾。今回、尿道結石陥頓例にリアルタイムTRUSガイド下で経尿道的碎石術を施行したが、全例で併発症を認めずに安全に、結石を完全摘除できた。術後の歩行・食事・尿道カテーテル留置期間も全例でアウトカム達成が可能であった。TRUSガイド下手術は、内視鏡画像と超音波画像を併用することで、実際の治療部位と周囲組織、治療している位置関係が明確になることで、治療の安全性が確保できると考えた。

また、X線透視を使用しないため、患者と術者等へのX線被曝が無いことも利点である。超音波画像では、尿道カテーテルの挿入、狭窄部位のバルーンの拡張、碎石されている結石の状態等もリアルタイムで確認できるため、手術の精度も向上していると考えた。

尿道結石と前立腺内石灰化を超音波で区別することも重要である。TRUSでは尿道結石を前立腺の内腺と外腺との間にある前立腺内石灰化と正確に識別することが可能である⁵⁾。X線透視では、広範囲の前立腺石灰化を伴う患者の尿道結石の位置確認は困難である⁵⁾。また、尿道結石を内視鏡的に膀胱へプ

ッシュバックする時にも、TRUSは極めて有用である。今回の検討でも5例でリアルタイムTRUSを用い、結石を尿道から膀胱にプッシュバック可能であった。リアルタイムTRUSは結石のようなストロングエコーで確認できる構造物の確認に有効であることが確認できた。

我々は当初、経尿道的手術を行う時、直腸から挿入した超音波プローブが干渉し、経尿道的手術の妨げになる可能性を考えていた。実際には、直腸から挿入した超音波プローブは下方45度から挿入されており、手術の妨げになることはなかった。問題点は、超音波画像を内視鏡操作部位に一致させることであるが、内視鏡ホルダーに固定されているプローブの位置移動は、一つのレバーで簡便に行うことが可能であった。またプローブは、接触子が先端にあるコンベックスタイプであるため、術式に合わせて、超音波観察断面を矢状断、横断面等に瞬時に変更でき、慣れは必要ではあるが、超音波画像の位置合わせは容易であった。

現時点で、リアルタイムTRUS下経尿道的手術を施行している報告⁵⁻⁷⁾は少ないが、この方法は、内視鏡と超音波の2つの異なる画像を確認しながら手術可能であり、安全性と手術の精度向上のため、今後標準術式として普及すべきであると考えた。

【結語】

男性の尿道結石陥頓症例に対して、リアルタイムTRUS下に経尿道的碎石術を行い、安全・確実に治療が可能であった。

【文献】

- 1) Koga S, Arakaki Y, Matsuoka M, et al: Urethral calculi. Br J Urol 65: 288-289, 1990
- 2) Solivetti FM, D'Ascenzo R, Orazi C, et al: Ultrasound diagnosis and management of urethral stones. J Ultrasound Med 8: 685-687, 1989
- 3) Kamal BA, Anikwe RM, Darawani H, et al: Urethral calculi: Presentation and management. BJU Int 93: 549-552, 2004

- 4) Maokun Sun, Wanting Xu, Shuai Guo, et al:
Giant urethral calculus in anterior urethral
diverticulum: a case report. BMC Urol 19: 1-3,
2019
- 5) Amend G, Gandhi J, Smith NL, et al:
Transrectal ultrasound-guided extraction
of
impacted prostatic urethral calculi: a simple
alternative to endoscopy. Transl Androl Urol 6:
585-589, 2017
- 6) 奥村みず穂, 永草大輔, 赤坂正明, 他: MRI の
inchworm sign が筋層非浸潤膀胱癌の診断に有用で
あった巨大膀胱腫瘍の 1 例. 恵寿病医誌 7: 40-43,
2019
- 7) 三味篤, 森下毅, 川村研二, 他: 浸潤性膀胱癌か
らの出血に球状塞栓物質を用いた選択的動脈塞栓術
が奏効した 1 例. 恵寿病医誌 4: 54-57, 2016
- 8) 川村研二: 超音波ガイド下経尿道的前立腺核出
術(TUEB)—内視鏡と超音波を同一画面に表示させ
る—. Jpn J Endourol 30: 218, 2017