

原著

Dornier DeltaIII Far Sight を用いた上部尿管結石に対する

腹側からの超音波焦点による対外衝撃波結石破碎術

辻口美奈子¹⁾ 川村研二²⁾ 林圭子¹⁾ 野田英治¹⁾ 赤坂正明¹⁾ 坂下純司¹⁾

¹⁾恵寿総合病院 放射線課 ²⁾恵寿総合病院 泌尿器科

【要約】

【はじめに】我々は、Dornier DeltaIII Far Sight を用いて、上部尿管結石に対し、背側からインライン超音波 (Ultrasound : US) で体外衝撃波結石破碎術 (Extracorporeal Shock Wave Lithotripsy : ESWL) による治療を行い、良好な成績を報告した。しかしながら、背側からインライン US で結石が視認できない症例を認め、上部尿管結石に対して腹側からインライン US 焦点合わせで ESWL が可能であるか検討した。

【対象と方法】適応基準は、①術前の US で腹側から上部尿管結石が確認可能であること、②腹壁と結石の間に US 診断で腸管が介在しないこと、③術前の US 計測で SSD (Skin-to-Stone Distance) が 4cm 以下であることのすべての条件を満たす症例とした。除外基準は、腹部手術の既往、腸閉塞の既往のある症例とした。対象は 4 例 (結石最大径と位置①15mm, L(Lumbar vertebra)45, ②11mm, L34, ③9mm, L34, ④13mm, L3) であり、腹側からインライン US 焦点合わせを行い、ESWL を施行した。

【結果】全例で腹側からインライン US 焦点合わせを行うことが可能であった。術前 US で腹側から計測した SSD は 22-40mm であった。また、全例で腸管穿孔などの併発症を認めず、術後 1 ヶ月の時点で完全碎石されており、治療効果は良好であった。

【結語】腹側からのインライン US 焦点合わせによる ESWL では、腹部の圧迫により腸管等の介在組織を避けて安全に治療することが可能であり、SSD が短く碎石効果も良好であった。

Key Words : 腹側超音波焦点, ESWL, 上部尿管結石

【はじめに】

Dornier DeltaIII Far Sight (DeltaIII) はインライン超音波 (Ultrasound : US) 焦点合わせが可能な装置である。我々は、上部尿管結石に対して、Delta III を用いて、背側からの US 焦点を用いた体外衝撃波結石破碎術 (Extracorporeal Shock Wave Lithotripsy : ESWL) を行い、良好な成績を報告した¹⁾。背側からの US 焦点合わせの問題点は、肋骨・横突起・腸骨などの骨による音響陰影や長い皮膚結石間距離 (Skin-to-Stone Distance : SSD) により、結石焦点合わせが困難な症例が存在することであった。我々は、腹側からの US 焦点を用いた ESWL に

ついて、中部尿管結石に対しての良好な成績を報告している²⁾。上部尿管結石に対して、背側からの US 焦点合わせが困難な症例でも、腹側からの US 焦点合わせで ESWL ができる可能性がある。我々が検索した限り、上部尿管結石に対する腹側からの ESWL 治療は X 線透視焦点による治療の報告^{3,4)}のみで、US 焦点による治療の報告は認めなかった。今回、上部尿管結石に対する腹側からの US 焦点合わせによる ESWL について検討したので報告する。

【対象と方法】

適応基準は、①術前の US で腹側から上部尿管結

表 1 上部尿管結石 4 例の結石の位置、大きさ、SSD、CT 値、尿管径と BMI

症例	年齢	性別	左右	位置	椎体レベル	長径 (mm)	短径 (mm)	SSD (術前CT) (mm)	SSD (術前US) (mm)	SSD (術中US) (mm)	最大CT値 (HU)	平均CT値 (HU)	標準偏差	結石直上の尿管径 (mm)	BMI (%)
1	72	男	右	U1	L45	15	10	87	33	48	1470	1261	188	15	21.5
2	78	男	左	U1	L34	11	8	81	22	28	1333	1031	113	13	21.9
3	86	女	右	U1	L34	9	6	113	40	56	884	719	54	12	28.4
4	80	男	右	U1	L3	13	7	95	31	41	1361	1266	83	14	17.9

U:Upper ureter、L:Lumber vertebra、SSD:Skin to Stone Distance、BMI:Body Mass Index

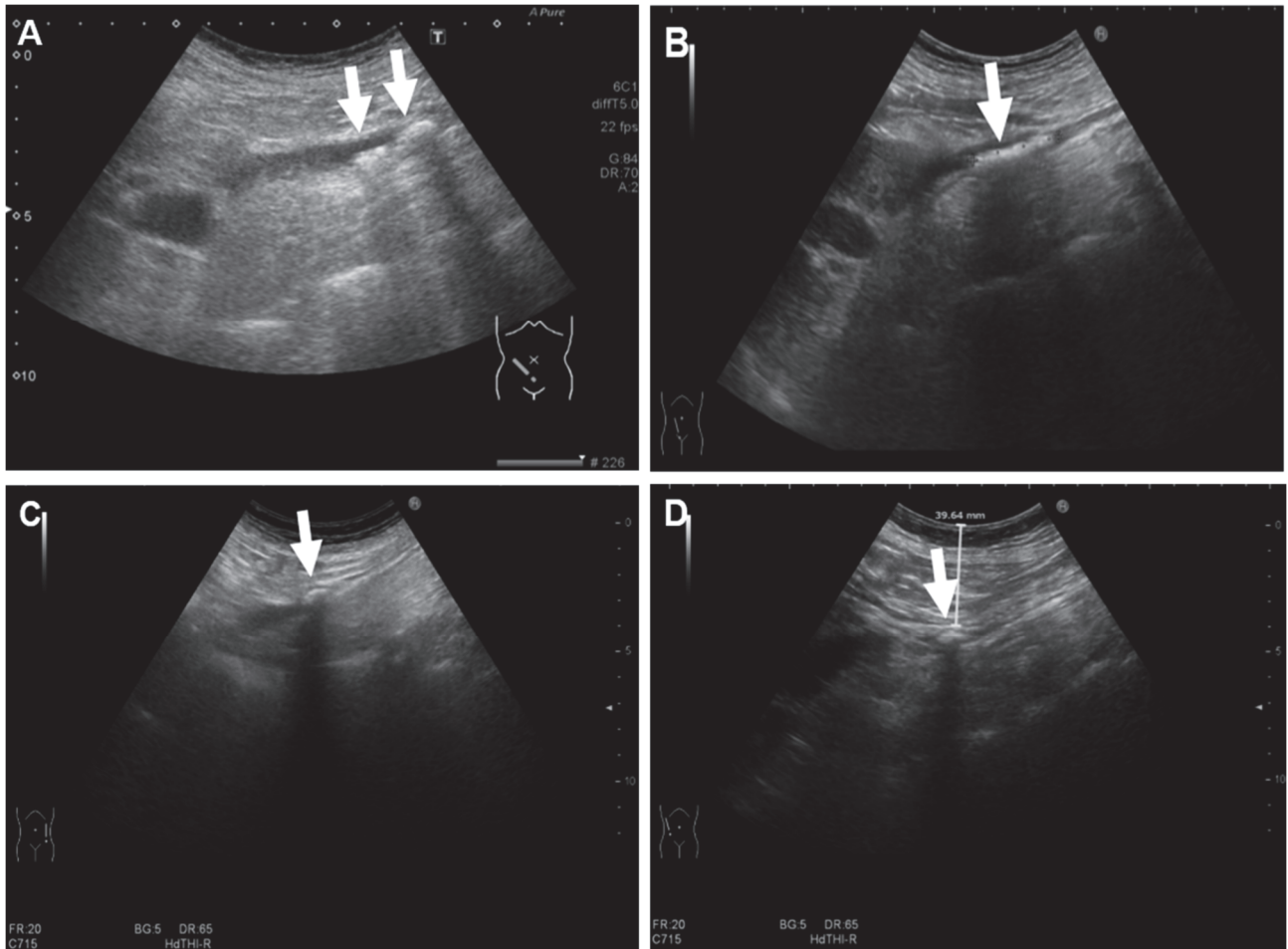


図 1 症例 1、2、3 の US 画像

A : 症例 1 術前 US 画像 B : 症例 1 術後 US 画像 治療後の US で結石の道
 C : 症例 2 術前 US 画像 D : 症例 3 術前 US 画像
 矢印は結石を示す。

石が確認できること，②腹壁と結石の間に US 診断で腸管が介在しないこと，③術前の US 計測での SSD が 4cm 以下であることのすべての条件を満たすこととした。除外基準は，腹部手術の既往，腸閉塞の既往のある症例とした。

SSD の測定は術前 CT，術前 US，術中インライン US でそれぞれ腹側から計測した。術前 CT での SSD の測定は，結石の同側皮膚から結石までの垂直方向の距離とした。術前 CT で，結石の最大 CT 値，平均 CT 値，標準偏差，結石直上の尿管径を測定し

た。Body Mass Index (以下 BMI と略す) を計測した。

表 1 に 4 例の上部尿管 U1 (Upper ureter) 結石の詳細について示した (症例 1 右 U1 L (Lumber vertebra) 45 15×10mm，症例 2 左 U1 L34 11×8mm，症例 3 右 U1 L34 9×6mm，症例 4 右 U1 L3 13×7mm)。

治療方法：腸管処置は行わず，食事摂取は 6 時間前まで，飲水は 3 時間前まで許可した。ESWL 前に外来の US 検査で腹側から結石を確認し，ESWL 施

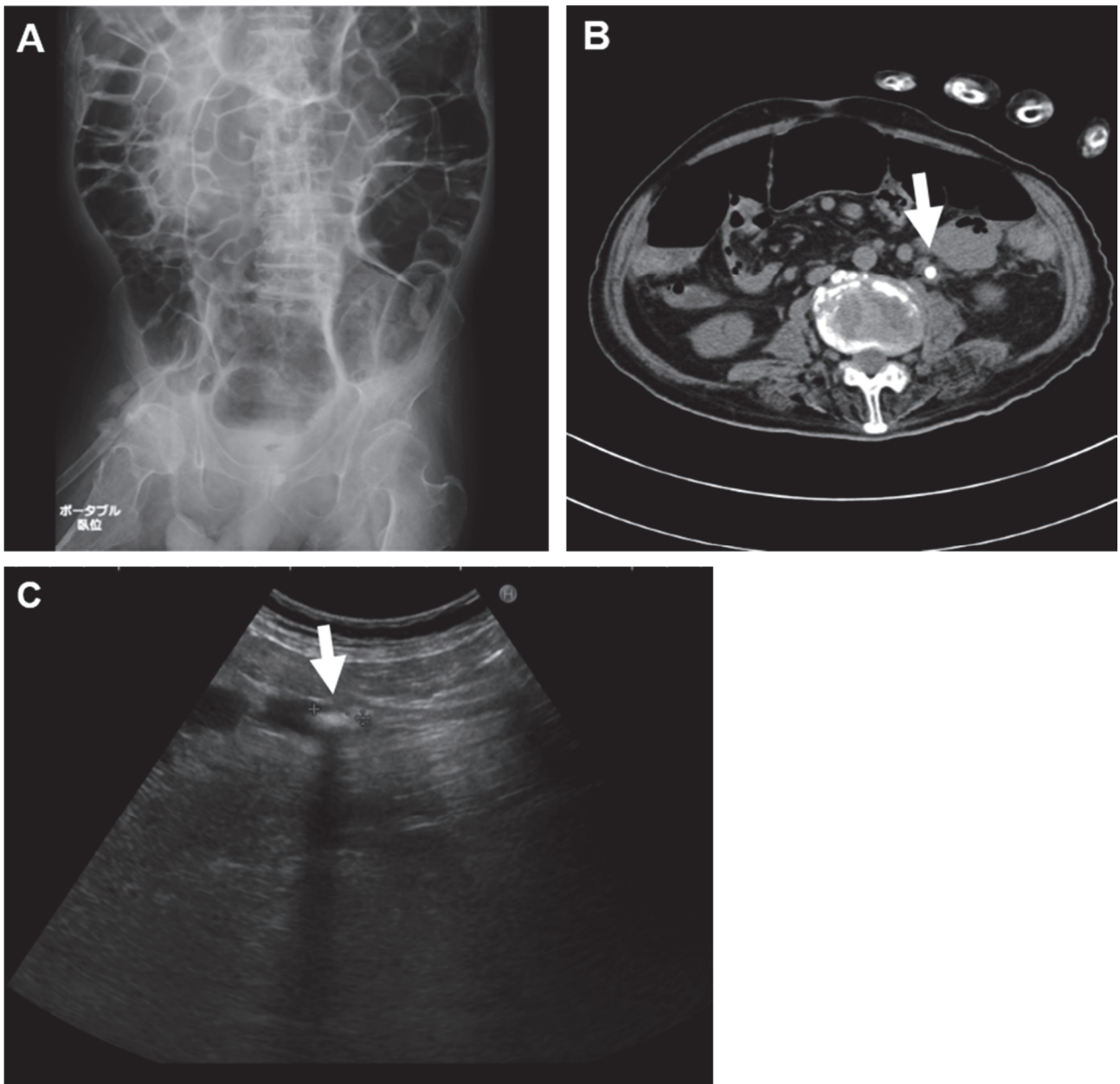


図 2 症例 4 の腹部単純写真，CT 画像と術前 US 画像
A:腹部単純写真で腸管ガス像の増加を認め，結石が確認できなかった。
B:CT 画像で結石の腹側に腸管ガスの拡張を認めた。
C:腹側からの US で結石が確認可能であった。SSD31mm
矢印は結石を示す。

行時の US 焦点合わせの参考にするために，腹部にマジックインクでマーキングした。ESWL 時は仰臥位で腹側からインライン US で結石位置合わせを行い，腹側から衝撃波を照射する ESWL を行った。

治療効果は山口らの新たな尿路結石治療の評価基準⁹⁾を用い，治療 1 ヶ月後に行った。

倫理的配慮：今回の研究では，特定の個人を識別することができる個人情報を用いていない。患者には主治医から手術内容を説明し同意取得した。ヘル

シンキ宣言に従って研究を実施した。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 2019-10-10 号）。

【結果】

実際の術前 US 画像を図 1，図 2 に示した。症例 1-3 では，腹側から音響陰影を伴って結石と拡張した尿管が確認できた（図 1A，C，D）。症例 1 では治療後に US で結石の道が確認できた（図 1B）。症例

表2 上部尿管結石4例の治療効果、併発症と結石成分

症例	治療回数 (回)	衝撃波数 (発)	最大強度	エネルギー (J)	1ヵ月後の残石	併発症	結石成分
1	1	3000	5	56.6	残石なし	無	シュウ酸カルシウム
2	1	3000	6	59.4	残石なし	無	シュウ酸カルシウム
3	1	2350	5	37.3	残石なし	無	シュウ酸カルシウム
4	1	1500	5	36.6	残石なし	無	シュウ酸カルシウム

4は敗血症性ショック状態であり、血液培養と尿培養で大腸菌陽性、腸管麻痺の状態であったが、ESWLにより救命できた(図2)。この症例ではESWL時に衝撃波発生ヘッドで圧迫することで、CTでのSSDは95mmであったが、術中USでのSSDは41mmとなり、腸管を避けて安全に治療可能であった。

対象となる4例の詳細を表1に示した。術前CTで計測した最大CT値は884-1470HU、平均CT値は719-1266HU、標準偏差は54-188、結石直上の尿管径は12-15mmであった。BMIは17.9-28.4%であった。術前CTでのSSDは81-113mm、術前USでのSSDは22-40mm、インラインUSでのSSDは28-56mmであり、CTのSSDよりUSでSSDは短距離となった。容易にインラインUSで結石焦点を合わせることが可能であったため、全例でX線による透視焦点合わせは用いずに治療可能であった。

表2に上部尿管結石4例の治療効果、併発症と結石成分を示した。治療回数は全例1回、衝撃波数3000, 3000, 2350, 1500発であった。治療最大強度は5-6、エネルギーは36.6-59.4Jであった。ショック状態の症例4を除いた3例で、術後2時間安静後に飲水、食事、歩行開始可能であった。

治療効果(山口らの新たな尿路結石治療の評価基準)は治療1ヵ月後の時点で全例残石無しであった(表2)。周術期に腎被膜下血腫、腸管穿孔等の併発症を認めなかった。結石成分は全例シュウ酸カルシウムであった。

【考察】

今回の治療で明らかとなったのは、術前CTでのSSD(81-113mm)に比べて、術前USでのSSDが全例で4cm以下(22-40mm)と短かったことであ

る。これは、プローブや衝撃波発生ヘッドでの腹部の圧迫により、腹側からの治療では腹壁の移動が可能であり、腸管等の介在組織が移動したことが要因と考えた。SSDが短い症例では、結石焦点合わせが容易になり、衝撃波のエネルギー減衰が少ない治療が可能であった為、破碎効率の良い治療が行えたと考えた。

腹側からのESWLの問題点は、結石と衝撃波発生装置の間に腸管が存在し、併発症として腸管穿孔が報告されていることである³⁾⁴⁾。これらの報告³⁾⁴⁾では、X線透視下でESWLを施行しており、衝撃波ルートに障害となりうる腎や腸管等の介在の有無をリアルタイムに観察出来ていないことが問題である。今回の治療では、衝撃波と同軸方向から観察可能なインラインUSを用いて治療しているため、衝撃波ルートに介在組織が存在しないことをリアルタイムに確認した上で安全な治療が可能であった。腸管ガスが多く、X線透視下での治療が不可能であった症例4の場合では、インラインUS焦点による腹側治療によって、安全に治療を行うことができた。症例4において、腹側からUS焦点によるESWLのメリットは、①X線透視焦点合わせが不可能な場合でも、US焦点合わせが可能、②腹側から腸管を圧迫して最短距離の焦点で治療可能、③背側からのESWLでは結石を通過した衝撃波で拡張した腸管の穿孔の危険性があるが、腹側からはその危険性は少ない、が挙げられる。

インラインUSで結石に焦点を合わせることが可能であれば、骨や腸管を回避できる。逆に言えば、インラインUSで結石を視認出来ない症例に関しては、腹側から治療を行うことは腸管穿孔などの併発症を引き起こすことが考えられるため危険である。

インラインUSで結石を同定する際には、拡張し

た腎臓側の水尿管の中の結石を探すため、術前CTで計測した結石直上の尿管径が大きいことは結石の同定率を向上させる要因になる¹⁾。今回の症例はいずれも結石直上の尿管径が12mm以上と大きいことも結石描出が可能であった理由の一因であると考えた。

本研究の限界は標本サイズが小さいことであり、今後さらなるデータの収集と検証が必要である。

【結語】

上部尿管結石でも腹側からのインラインUS焦点合わせによるESWLでは、SSDが短く、効率の良い治療が可能であった。腸管等の介在組織を圧迫して避け、リアルタイムに確認出来るため、腸管損傷等の併発症の可能性が少なく、安全かつ確実に治療出来る可能性がある。

【文献】

- 1) 辻口美奈子, 川村研二, 林圭子, 他: Dornier Delta III Far Sightを用いた超音波焦点による上部尿管結石の治療. 恵寿病医誌 8: 1-4, 2020
- 2) 川村研二, 奥村昌央, 小林重行, 他: EDAP LT-01による中部尿管結石治療の試み. 泌尿外科4臨増: 561-564, 1991
- 3) 小橋研太, 石井博, 青木克徳, 他: 尿管結石に対する体外衝撃波結石破碎術により小腸穿孔をきたした1例. 日臨外雑誌 66: 1343-1347, 2005
- 4) 梶川恒雄, 野沢立, 尾張幸久, 他: 体外衝撃波結石破碎術により腸管穿孔を来した1例. 日泌尿会誌, 92, 5: 586-588, 2001
- 5) 山口秋人, 東義人, 麦谷荘一, 他: 新たな尿路結石治療評価基準の提案 我々が提案する新たな尿路結石治療の評価基準. Jpn J Endourol 28: 17-20, 2015