原著

ORIGINAL ARTICLE

完全珊瑚状結石症例に対する側臥位でのtransurethral lithotripsy-assisted percutaneous nephrolithotomy (dual Ho:YAG laser lithotripsy)

石戸 則孝, 岸本 涼, 野崎 邦浩, 山本 康雄, 高本 均

倉敷成人病センター泌尿器科

(平成19年10月25日受理, 平成19年12月10日掲載決定)

Flank position transurethral lithotripsy-assisted percutaneous nephrolithotomy (dual Ho:YAG laser lithotripsy) for complete staghorn renal calculus

Noritaka Ishito, Ryo Kishimoto, Kunihiro Nozaki, Yasuo Yamamoto, and Hitoshi Takamoto

Department of Urology, Kurashiki Medical Center, Kurashiki, Japan

(Received October 25, 2007, Accepted December 10, 2007)

要 旨

今回、完全珊瑚状結石に対して側臥位によりPercutaneous Nephrolithotomy (PNL)とTransurethral Lithotripsy (TUL)とを同時に行い、レーザー碎石するTUL-assisted PNL (dual Ho:YAG laser lithotripsy)によりPNLの侵襲性を低減しつつ、TULの適応拡大の可能性について検討した。

全身および硬膜外麻酔下、左完全珊瑚状結石：70mm×36mm×18mmに対し18Fr.腎瘻、15Fr.尿管アクセスシース各々から尿管鏡を挿入し、全手術時間445分、出血は120mlでレーザー碎石を行った。再度PNLを追加後、術後3ヶ月目にはstone freeとなり、水腎症、腎機能障害や周術期合併症は認められず、Extracorporeal Shock-wave Lithotripsy (ESWL)の追加は不要で、左完全珊瑚状結石に対し低侵襲治療が可能であった。体位変換に伴う時間を節約するため、今後、側臥位で腎瘻を作成することに加え、細径腎盂鏡や灌流装置を更に1台導入し、腹臥位がとれない日常生活動作能力(ADL)低下例など症例を選んで短時間での単回治療を目指したい。

キーワード：完全珊瑚状結石，経皮的結石破碎術，経尿道的結石破碎術，Ho:YAG レーザー，側臥位

Abstract

We report a preliminary case of transurethral lithotripsy-assisted percutaneous nephrolithotomy (TUL-assisted PNL) (dual Ho:YAG laser lithotripsy) that was performed in a flank position via one 18Fr. nephrostomy and the 15Fr. ureteral access sheath. The patient was positioned with the stone-containing side superior. The complete staghorn calculus (70mm×36mm×18mm) in the left kidney was successfully treated with ureteroscopes passed antegrade and retrograde and Ho:YAG laser lithotriptor. As 2 light sources and laser lithotriptors were available, stone ablation was expedited by simultaneous retrograde ureteroscopic laser ablation via the ureteral sheath. The bleeding volume was 120ml. Second look percutaneous nephrolithotomy is performed the 6th postoperative day in the standard manner. The complete staghorn calculus was removed completely 3 months after operation without incurring any adverse side effect. Long operative time (445 min.) could be overcome with timesaving innovation including double irrigation system.

Application of the ureteral access sheath during percutaneous nephrolithotomy improved renal access, then, allowing the endourologist to unite the upper and lower urinary tract. The complete staghorn calculus can be successfully managed with a single percutaneous, ureteral access and limited blood loss by TUL-assisted PNL (dual Ho:YAG laser lithotripsy).

Key words: complete staghorn renal calculus, PNL, TUL, Ho:YAG laser, flank position

1. 緒言

完全珊瑚状結石に対し、経皮的結石破碎術(以下、PNLと略す)と経尿道的結石破碎術(以下、TULと略す)とを併用した試みがなされ、有用性が報告された¹⁾。

今回、完全珊瑚状結石に対して側臥位によりPNLとTULとを同時に行い、レーザー碎石するTUL-assisted PNL (dual Ho:YAG laser lithotripsy) (以下、TAPと略す)によりPNLの侵襲性を低減しつつ、TULの適応拡大の可能性について検討した。

2. 症例

38歳、男性。身長 173.5cm、体重 57.6 kg、BMI 19.1。尿路結石の既往あり。H18年6月より左背部痛を自覚し、H18年9月初診。検尿検査ではpH 7.0、赤血球数10-19/F、白血球数5-9/Fを認めた。尿培養検査では陰性。血液生化学検査では血清尿酸値8.9mg/dlと高尿酸血症を認めた。尿中電解質は正常範囲内であった。

腹部単純X-pにて左腎結石66mm×30mm(完全珊瑚状)、右腎結石 5mm×4mmを認めた(Fig.1)。腎CT検査では、左珊瑚状結石: 70mm×36mm×18mmおよび軽度左水腎症を認めたが、造影効果はほぼ正常であった(Fig.2)。腎シンチグラムでは、両腎ともnormal patternであったが、左腎のpeak countは右腎に比し69.8%と低値であった。右腎結石は経過観察としたが、患者の希望で5ヵ月後、左完全珊瑚状結石に対しH19年2月22日、TAPを施行した。

3. 手術方法

術前、手術の有用性、危険性、合併症について十分に説明し同意を得た。手術は泌尿器科指導医と泌尿器科専門医との2人の術者でおこなった(Fig. 3)。

全身麻酔および硬膜外麻酔併用下、碎石位でWOLF硬性尿管鏡 6/7.5 Fr. で腎盂を観察すると、結石は腎盂尿管移行部に嵌頓しており、guidewireが進入する間隙を認めなかった。TULを開始し、結石と腎盂粘膜間にわずかな隙間を作成しguidewireを留置した。Aquaguide®尿管アクセスシース (Fr.13/15, BARD)を左上部尿管内に留置し、軟性尿管鏡URF-P5 (5.3/8.4Fr.)により腎盂尿管移行部より碎石を開始し、腎盂を通り中腎杯に達す。レーザー源はHo:YAG laser (Versa Pulse Select, Lumenis社製)を用い、出力設定は10Hz、1.2J/pulseとし、外径200 μ mのレーザーファイバーでレーザー照射を計26.28kJ施行した。

尿管アクセスシースを留置したまま腹臥位へ体位変換し、第12肋骨弓下でX線透視下穿刺法および超音波ガイド下穿刺法を用い、左腎瘻を造設した。21G針が刺入されることを尿管アクセスシースに挿入した軟性尿管鏡で中腎杯から確認したのち、21G針の中に挿入した0.018 inch guidewireの先端を軟性尿管鏡の鉗子口から挿入したバスケット鉗子で把持牽引し、尿管アクセスシース内に導いた。19G金属ダイレーターに5Fr.ダイレーターを被せて拡張後、0.035 inch guidewireをthrough and through methodで両端を体外で固定した。腎瘻から10Fr.カテーテルでsafety guidewireを留置し皮膚で絹糸固定した。さらに、CLINY

Fig.1 Results of preoperative X-ray examination (A) Plain X-ray film showed left complete staghorn calculi. (B) Drip infusion pyelography showed left mild hydronephrosis.

Fig.2 Results of preoperative X-ray examination (A) Plain X-ray film showed left complete staghorn calculi. (B) Drip infusion pyelography showed left mild hydronephrosis.

Fig.3 Schematic drawing of the equipment configuration and the positions of the patient and the operative staffs.

腎瘻セットで腎瘻を拡張18Fr. peel-away introducer set (COOK)を留置した。

さらに左上側臥位へ体位変換し、PNLとTULを同時に行った(Fig.4)。PNLは軟性尿管鏡URF-P3(6.9/8.4Fr.)および硬性尿管鏡(12.5Fr.)により行い、中～下腎杯の碎石を担当した。レーザー源はHo:YAG laser (IH102, NIIC社製)を用い、出力設定は5～20Wとし、外径300,400,600 μ mのレーザーファイバーでレーザー照射を計45.4kJ施行した。TULは軟性尿管鏡URF-P5(5.3/8.4Fr.)により行い、上腎杯の碎石を担当した。レーザー源はHo:YAG laser (Versa Pulse Select, Lumenis社製)を用い、出力設定は10Hz, 1.2J/pulseとし、外径200 μ mのレーザーファイバーでレーザー照射を計42.37kJ施行した。総レーザーエネルギーは114kJであった。

4.7Fr. 尿管ステント、腎瘻にFr.14 腎盂カテーテル留置後術を終えた。手術時間445分、出血は120mlで、尿路損傷などの術中合併症を認めなかった。

4. 結果

上腎杯の残石に対し2月28日(術後6日目)硬膜外麻酔下でsalvage PNL (Versa Pulse)を行った。総レーザーエネルギーは28kJ (10Hz, 5-15W)であった。3月2日(術後8日目)腎瘻を抜去し、3月4日(術後10日目)退院となった。尿管ステントを外来で3月13日(術後19日目)抜去後、3月20日の腹部単純X-pにて結石は2mm以下となった。周術期合

併症は認められず、入院期間は12日であった。腎臓超音波検査では水腎症は悪化せず、細菌尿は認めない。術後3週間目には治療成功を認めた。術後3ヶ月目の腎盂造影検査では、Stone freeとなり、尿路の変形は認められなかった。結石成分は尿酸とシュウ酸カルシウムとの混合であった。高尿酸血症はその後食事指導で正常化した。

5. 考察

歴史的に各種レーザーが結石破碎に応用されたが、臨床的に普及したのは、パルス波色素レーザー、アレクサンドライトレーザー、Ho:YAGレーザーである。この中でもHo:YAGレーザーは軟性鏡を用いれば、すべての尿路で碎石が可能になり、破碎成績において優れている。欠点は時間がかかることと、破碎片を吸引排除できないために結石が下腎杯に残りやすい点である。レーザーによる破碎は、プローブが細く軟性であるので、細径でしかも硬性、軟性尿管鏡に使用できる。また細いプローブにもかかわらず破碎に際して強力なパワーが得られる。Ho:YAGレーザーによる結石破碎は、水に対する吸収係数が高いので灌流液の中で安心して使用できる。水中でファイバー先端にプラズマが発生し、その時の圧波や光熱的な因子により結石が割れる(モーゼ効果)。すべての成分の結石が破碎可能で、破碎は外側から剥がれるように小さな破碎片として割れることが特徴である。レーザーファイバー先端が尿路の粘膜に触れないようにすれば尿路損傷は予防できるので安全性が高い²⁾。外径200 μ mのレーザーファイバーは湾曲に弱く、破断の危険性があるため、尿管鏡先端における無理な湾曲を避けるなど配慮する必要がある。さらに、レーザーファイバー先端が腎盂粘膜に近づくと、腎の呼吸性移動のため粘膜が損傷され、出血や穿孔の可能性が増すため、より繊細な尿管鏡操作が要求される。

尿路結石症診療ガイドラインでは、珊瑚状結石に対して最も推奨される積極的治療はPNLと体外衝撃波結石破碎術(以下、ESWLと略す)との併用療法である。PNL単独療法が克服すべき点としては、PNLで作成した腎瘻に隣接する腎杯に残石の可能性が高くなること、さらに結石が腎盂内で散在している症例では複数の腎瘻が必要となり、複数回治療の可能性、あるいは出血などの合併症率が増加する点である³⁾。

近年、軟性尿管鏡、尿管アクセスシース、持続灌流装置の発達により、小さな珊瑚状結石は、TULにより比較的容易で、効率よくかつ低侵襲で治療することが可能になった⁴⁾。

軟性尿管鏡はより細径で、下腎杯へのアプローチを容易にするため、大きな湾曲角が得られるよう開発されつつある。われわれの施設で使用しているURF-P3は先端部外径6.9Fr./挿入部外径8.4Fr.で、湾曲角が180°(up)/180°(down)で、外径200 μ mのレーザーファイバーを挿入したことによる湾曲角度の減少率は19%である。URF-P5は先端部外径5.3Fr./挿入部外径8.4Fr.でより細径になり、湾曲角が180°(up)/275°(down)と大幅に増大し、外径200 μ mのレ

Fig.4 Operative fluoroscope image. The complete staghorn calculus in the left kidney was treated with a flexible ureteroscopes passed antegrade and retrograde and with a Ho:YAG laser lithotripter.

レーザーファイバーを挿入したことによる湾曲角度の減少率は13%と湾曲角の減少率に改善がみられ、より下腎杯へのアプローチが容易になった⁵⁾。

今回使用した尿管アクセスシース (AquaGuide) は2つのルーメンを持ち、破碎と同時に一方のチャンネルから吸引や注入、ガイドワイヤーの挿入などが可能であることから、術中の視野の確保や破砕片の排出に有用である。良好な視野を確保し、より碎石を確実に容易にするためには持続灌流は欠かせない。一方、腎盂内圧上昇による敗血症などの合併症に注意しなければならない。適正でかつ破碎に有効な腎盂内圧は30mmHg、灌流流量30ml/min. とした報告⁶⁾があり、今回、尿管アクセスシース (AquaGuide) の一つのチャンネルあるいは腎臓の脇に留置した尿管カテーテルを、腎盂内圧測定に使用し、腎盂内圧の実測値は10mmHg以下で治療を行った。

今回経験したTAPの特徴は、完全珊瑚状結石に対し、細径の腎臓と尿管アクセスシースを用い、PNLとTULを同時に側臥位でレーザー碎石を行った点である。術中出血量は120mlと従来のPNLに比しても少なく、術後疼痛や発熱を認めず、低侵襲治療が可能であり、ESWLの追加は不要で、術後3ヶ月目にはstone freeを認めた。珊瑚状結石患者に対し、PNLとTULを同一sessionで行う方法は以前より試みられ、良好な成績が報告されている。完全珊瑚状結石患者6例に対して、腹臥位で尿管アクセスシースを用いPNLとTULを同時に治療した報告¹⁾では、手術時間2.3～4.3時間で、出血量200～750mlであり、4例で再治療が必要であった。合併症は無気肺1例、肋間筋損傷1例であった。2005年のAUA guideline⁷⁾において珊瑚状結石に対するacceptable modalityとしての、PNL単独、PNLとESWLとの併用、ESWL単独、開放手術を挙げているが、adjunctive procedureとしてこの論文を引用している。また珊瑚状結石患者1例に対し、仰臥位でTULにより破碎後、腹臥位に体位変換後PNL (超音波碎石、圧縮空気、Ho:YAGレーザー) を行った報告⁸⁾では、手術時間は4時間で、中腎杯、肋骨弓下に腎臓1本を造設して治療を行った。

患者の手術体位に関し、側臥位でPNLを行った報告⁹⁾としては、肥満の珊瑚状結石患者1例に対して側臥位で行ったPNLの成績を検討した。側臥位は、肥満や胸部合併症のため、腹臥位が困難な症例に対しても麻酔の管理が安全に施行できたと述べている。また、側臥位で軟性尿管鏡を用い、腎結石に対しTULを行った報告¹⁰⁾では、腎杯内の結石は重力により腎盂に集まり、碎石効果があったと述べている。

今回のTAPでは、良好な治療効果を認めた反面、多くの問題点と改良を要する点の存在が判明した。細径の腎臓でPNLを行い、出血量を低下させ、術後合併症を低減する試みは以前より報告されている¹¹⁾が、細径の腎臓で完全珊瑚状結石に対しレーザー碎石を行うと、時間浪費が問題となり、低侵襲性と時間節約との二者択一の判断が要求される。今回の症例では高度肥満や貧血などの合併症を認めなかったため、従来の26Fr. Amplatz腎ダイレ

ーターシースで超音波碎石によるPNLを選択し、短時間の治療を目指すべきであったと反省させられた。

手術時間の短縮に関しては、前記の事項に加え、腎臓を側臥位で行えば、体位変換に伴う時間はより短縮された可能性がある。さらに手術時間が長時間を要した原因として、TULやPNLの操作が予想外に難渋した点である。TUL操作中、尿管アクセスシース内に落下してくる結石が軟性尿管鏡との間に嵌りこんで、軟性尿管鏡の操作性が低下した。側臥位によりトレンデレンブルグ体位で下腎杯の結石、逆トレンデレンブルグ体位で上腎杯の結石は重力に従い腎盂に集まり、腎臓刺入部に隣接した腎杯に結石が残存する危険性は低下する利点があると考えられたが、軟性尿管鏡を適宜シース外に出した後、尿管カテーテルなどでシース内を洗浄し、破砕片を効率よく体外へ排出する必要があった。PNL操作中、Cアームが障害になって、硬性尿管鏡の操作性が低下し、上腎杯残石の原因になった可能性がある。尿管鏡の操作性を向上するための最適の手術体位に関しては他の体位を含めて再検討を要する。軟性尿管鏡、硬性尿管鏡を用いたが、碎石に時間を要したので、今後は、細径腎盂鏡と鉗子とによる抽石を組み合わせ、手術時間の短縮を図りたい。レーザー碎石中、破砕片はパウダー状になるため視野は遮られ、さらに破砕片が結石の上に沈殿し、標的とする結石の視認が困難になった。手術時間を短縮し、破碎効率を改善するには、持続灌流装置をさらに1台追加し、腎臓と尿管との両方から灌流を行う必要性が考えられた。コストに関しては、再利用できる機材がほとんどであるが、18Fr. peel-away introducer set (COOK) は償還できないので、今後はAmplatz腎ダイレーターへ変更する予定である。

6. 結論

完全珊瑚状結石に対してPNLの侵襲性を低減しつつ、TULの適応拡大の可能性について検討した。入院期間は12日で、術後3ヶ月目にはstone freeとなり、水腎症、腎機能障害や周術期合併症は認められず、ESWLの追加は不要であり、低侵襲治療が可能であった。体位変換に伴う時間浪費やTAPの操作性を考慮し、今後、最適な体位に関し再検討を加え、細径腎盂鏡、灌流装置を更に1台導入し、腹臥位がとれないADL低下例など症例を選んで短時間での単回TAPを目指したい。

謝辞

持続灌流装置の導入、操作においてME山下由美子氏の尽力に対し深謝する。

(本論分の要旨は、第28回 日本レーザー医学会総会において発表した。)

参考文献

- 1) Landman J., et al.: Combined percutaneous and retrograde approach to staghorn calculi with application of the ureteral access sheath to facilitate percutaneous nephrolithotomy. J Urol., 169:64-67, 2003.
- 2) 松岡 啓: 上部尿路結石に対する経尿道的内視鏡下治療, 臨泌, 58: 561-570, 2004.
- 3) 守殿貞夫: 珊瑚状結石の治療, 日本泌尿器科学会, 日本 Endourology・ESWL学会, 日本尿路結石症学会編, 尿路結石症診療ガイドライン, 41-42, 2002, 金原出版.
- 4) 上原慎也・他: 部分珊瑚状結石に対し, 尿管アクセスシース(AquaGuide URETERAL ACCESS SHEATH)を用いて施行したTULの2例, 日泌尿会誌, 98: 451, 2007.
- 5) 公文裕巳: 軟性鏡を用いるTUL, 日本Endourology・ESWL学会, 尿路結石内視鏡治療標準化委員会編, 上部尿路結石内視鏡治療マニュアル, 20-21, 2007, インターメディカ.
- 6) Troxel SA and Low RK: Renal intrapelvic pressure during percutaneous nephrolithotomy and its correlation with the development of postoperative fever. J Urol. 168: 1348-1351, 2002.
- 7) Preminger GM., et al.: AUA guideline on management of staghorn calculi. J Urol., 173: 1991-2000, 2005.
- 8) Marguet CG., et al.: Simultaneous combined use of flexible ureteroscopy and percutaneous nephrolithotomy to reduce the number of access tracts in the management of complex renal calculi. BJU Int, 96:1097-1100, 2005.
- 9) Kerbl K., et al.: Percutaneous stone removal with the patient in a flank position. J Urol., 151:686-688, 1994.
- 10) Herrel SD. and Buchanan MG.: Flank position ureterorenoscopy: new position approach to aid in retrograde caliceal stone treatment. J Endourol, 16: 12-18, 2002.
- 11) Monga M and Oglevie S: Minipercutaneous nephrolithotomy. J Endourol. 14: 419-421, 2000.

野崎 邦浩(Kunihiro Nozaki)
 役職: 医員
 卒業年度: 平成12年
 専門分野: 神経因性膀胱(排尿機能)
 資格: 日本泌尿器科学会専門医

山本 康雄(Yasuo Yamamoto)
 役職: 医長
 卒業年度: 昭和63年
 専門分野: 泌尿器科学
 資格: 日本泌尿器科学会専門医, 指導医, 泌尿器腹腔鏡手術認定医, 日本泌尿器科学会評議員, 日本癌治療学会評議員

高本 均(Hitoshi Takamoto)
 役職: 副院長
 卒業年度: 昭和48年
 専門分野: 泌尿器内視鏡治療, ESWL(体外衝撃波結石破碎術), 男子性功能障害, 尿路感染症, 前立腺癌, 女性尿失禁,
 資格: 日本泌尿器科学会指導医・専門医, 日本性機能学会専門医, ICD制度協議会認定医, 泌尿器腹腔鏡手術認定医, 日本がん治療認定医機構, 暫定教育医, 岡山大学大学院医歯薬学総合研究科 臨床教授.

著者紹介

石戸 則孝(Noritaka Ishito)
 役職: 部長
 卒業年度: 昭和53年
 専門分野: 尿路結石症 東洋医学 尿路感染症
 資格: 日本泌尿器科学会指導医・専門医, 日本東洋医学会専門医, ICD制度協議会認定医.

岸本 涼(Ryo Kishimoto)
 役職: 医員
 卒業年度: 平成14年
 専門分野: 泌尿器科一般
 資格: 麻酔科標榜医