

## Change the 尿路結石外科的治療 : Removal から Crash, そして再び Removal へ

山田 仁

医仁会武田総合病院泌尿器科

### CHANGES OF THE SURGICAL TREATMENT FOR URINARY CALCULI

Hitoshi YAMADA

*The Department of Urology, Ijinkai Takeda General Hospital*

In the 1980s, the surgical treatment for urinary calculi in Japan, changed from open surgery, which aims to remove the urinary calculi completely, to extracorporeal shock wave lithotripsy (ESWL), which aims only to crush the stone and the endoscopic procedure which aims mainly to crush and in some cases to remove the stone if possible. The residual stone fragments are considered to be a cause of recurrence, but these new treatments are less invasive. Recently, with the development of endoscopic instruments stone fragments can be removed completely with flexible ureteronephroscopes, thin laser fibers, and fine basket catheters.

(Hinyokika Kiyō 57 : 59-61, 2011)

**Key words :** Urinary calculi, Changes, ESWL, Endoscopic

#### 尿路結石の特徴

尿路結石は、その局在からまず上部尿路結石と下部尿路結石に区分されるが、その臨床的特徴と治療法の選択に大きな差があるため、本稿では上部尿路結石のみを対象として論じたい。上部尿路結石も腎結石と尿管結石では症状や治療法、治療効果に大きな差がある。

そもそも、尿路結石は腎尿管管内でその原型が形成されるとされるが、多くの場合発症は、尿管内に移動して閉塞、痙攣発作を起こすことによる。したがって患者さんの要望は、まず痛みからの解放であるが、一方医学的見地からは、閉塞の慢性化により腎機能が不可逆的に障害されることが、もっとも回避されるべき事態である。また、感染を伴えば、容易に敗血症性ショックになりうる重篤な感染症、閉塞性腎盂腎炎を来すため、その防止または治療も非常に重要な課題となる。

また、尿路結石は比較的発症率の高い疾患であると同時に、再発性の高い疾患である。そのため複数回の治療を要する患者さんが多い。一方で小さな結石は自然排石する可能性が高く必ずしも治療を要しないのも特徴である。長径で 10 mm 程度までは、大きさにより結石の自然排石可能性が低下し、結石の残留期間も長くなる傾向にある。

#### 開放手術による結石摘除の時代

尿路結石の治療は、鎮痛・麻酔技術と消毒・抗生剤

の発達をもたらした近代外科学の開花以降、膀胱結石の一部など例外があるにせよ、外科的治療が必要な尿路結石はほとんど開放手術で、治療されていた。生体にとって異物である結石をまさにピンセットでつまみ出す摘除という考え方は非常にシンプルで理解しやすい。

しかしながら結石の存在する尿路自体、体幹深部にあり、とくに腎近傍の結石では手術侵襲が大きくなりがちである。手術痕が小さくないばかりか、尿管狭窄などの合併症もあり、また癒着などにより再手術のたびに手術が困難になる点で、再発率の高い尿路結石症には適さない面があった。したがって、手術目的は痙攣発作への不安から解放ではなく、他に方法がない場合の尿管閉塞の解除や閉塞性腎盂腎炎の治療ならびに予防、慢性炎症による腎機能の低下の防止であり、それゆえ治療の適応は、腎結石では腎部分珊瑚状結石以上、尿管結石では長径で 10 mm 以上の結石を対象とし、治療の目標はあくまでも完全摘除であった。

#### ESWL を主体とする結石碎石の時代の幕開け

1980年代に日本国内にESWLが導入され、1989年に保険収載されるに至り、ESWLは爆発的に普及した。現在900台近い碎石装置が稼働している。同時に内視鏡および関連機器の開発が進み、経皮的腎碎石術や経尿道的尿管碎石術も発達普及した。ESWLについては第一世代のDornier社HM-3は放電電極を用いた高出力タイプで多くの結石を効率よく碎石できたが、麻酔が必要なこと、水槽につかる必要があることなどい

くつかの短所があった。その後開発された第2世代以降ではこの問題は解決されている。

ESWLは衝撃波が音響インピーダンスの異なる界面を通過する際に応力を発生させることを原理としており、透視またはエコーで照準を合わせることができれば手技はきわめて容易である。また照準を合わせることができれば、衝撃波通過経路の問題があるにせよ、どの部位の結石でも破碎可能であり、きわめて汎用性が高い。治療効果も高くおおむね93~96%の有効率が報告されている。第2世代以降のESWLでは治療中の鎮痛も解熱鎮痛剤で十分であり、外来治療も可能である。合併症も少なく、結石再発に対して再治療する場合も特に問題を生じない。こうした特性のため爆発的な普及につながったと思われる。

その結果として治療の適応が大きく変わったと思われる。開放手術では放置すると腎機能の低下を来たす閉塞の解除や慢性炎症の回避が治療の目的であったが、ESWLはその低侵襲性と治療の汎用性、効果から、適応のハードルが低くなり、治療の目的は早期の閉塞の解除、閉塞の可能性の低減、痙攣発作に対する不安の除去となり、尿路結石の外科的治療件数が非常に増えている。

### ESWL 偏重に対する反省

第2世代以降の破碎装置では、鎮痛を容易にするために総じて出力が低くなっている。そのため、大きな結石や1セッションでの碎石効率はHM-3に比べ低下している。また、複数回セッションを施行しても十分碎石されない症例、結石が大きく十分細石化するのに非常に時間がかかる症例や碎石に伴い尿路通過障害が助長され同時に結石内に内包される細菌が放出されるため閉塞性腎盂腎炎を惹起する症例もあり、適応や治療プロトコルの検討を要する。学会にて策定された尿路結石診療ガイドラインにおいては、10 mm以上の下部尿管結石ではTULが第1選択であり、20 mmを超える腎結石もPNLが推奨されている。

また、ESWLは碎石のみで排石は生理的な尿管の蠕動やそれに伴う尿の流れによって達成される。初期のESWLの治療目標は自然排石可能と考えられる4 mm以下の碎石片になるまで碎石することであった。しかしながら、小さな碎石片でも時に痙攣発作を来とし、また長期に尿路を閉塞することがある。腎内の碎石片は時になかなか排石されず再度増大して再発の誘因となる。宮崎らの検討によると、碎石片が2 mm以下となった場合には、ストーンフリーの場合と再発率に差がないことが示唆されている<sup>1)</sup>が、結石の体積が大きい場合は多量の砂状碎石片のためその判断は困難である。とくに多発腎結石においてはストーンフリーとすることは困難であり、ESWLの目的は結石の巨大化

により必要となるPNLの回避でしかない。

### 硬性内視鏡を主体とする碎石と摘除の手技の発達

尿路結石に対する内視鏡治療である経尿道的尿管碎石術(Transurethral Ureterolithripsy, 以下TUL)や経皮的腎碎石術(Percutaneous Nephrolithotripsy, 以下PNL)はESWLとほぼ同時期に国内に広まっている。当初は機器の種類や性能に制限があり、碎石するのが目標で必ずしもストーンフリーにはできなかったが、その後内視鏡は細径化、解像度も上がり、視野も明るくなったことに加え、先端形状の改良や尿管口や腎ろうの拡張手技の発達により、結石への到達確認が容易になり、治療成績の向上や合併症の低減をもたらした。

その結果、とくにTULにおいて、中上部尿管結石や腎盂・上腎杯結石に至るまで、かなり高い治療効果が得られる<sup>2,3)</sup>ようになってきており、腎内へのPush-up防止器具の開発や碎石器やバスケットカテーテルなどの抽石器具の改良によって、さらなる手技の改良が期待される。

下部尿管では、push-upの可能性も低く、到達が容易で、ほぼ確実に碎石・抽石し、1回の治療でストーンフリーにできることから、とくに10 mmを超える結石については第一選択とされているの先述のとおりである。また上部尿管結石に対する成績も十分高く、時に腎盂・上腎杯内の結石も治療可能である。ただやはり中・下腎杯内へのpush-upや碎石片については治療が不可能で、原理的に不確実な部分が残し、中・下腎杯結石は治療の適応外である。

PNLについても、バルーンダイレーターにより手技が容易になり、細径腎盂鏡により手術侵襲の低減が図られている。ストーンフリーを目指すためにもっと積極的に施行されてもいいと考えるが、珊瑚状結石の難しいPNLのイメージのためか、ガイドラインに示されるより適応を狭めている施設が多いようである。

これらの手技はいずれも、鉗子やバスケットカテーテルによって碎石片を取り除き、直接的にストーンフリーを目指せる事や1回での治療効果の高さから、ESWLの簡便性、汎用性におとらぬメリットがある。一方で輸血を要する出血や腎動静脈ろう、尿管断裂や尿管狭窄などの合併症もあり、適応は慎重で手技の習熟に努めなければならない。

### 汎用性の高い軟性尿管鏡による碎石と摘除

以上の治療法の中でもっとも苦慮するのは、下腎杯の大きくない多発結石である。ESWLで碎石してもなかなか排石されず、再増大の可能性があり、TULでは到達できず、PNLでは治療対象の割に侵襲が大き

い。

軟性腎盂尿管鏡は1980年代にすでに開発されているが、その後硬性鏡と同様、細径化、視野の改善が図られ、とくに屈曲特性の改善が著しい。現在複数のメーカーより供給されているが、いずれも先端径 6 Fr 前後で、解像度はほとんどファイバーのドットが気にならない程度、3.6 Fr のチャンネル径を持ち、上下 2 方向屈曲、とくに下方へは 270° の屈曲を実現している。このことによりほぼ全腎杯の観察を可能にし、またほとんどの腎杯内での操作を可能にしている。

それに呼応して、操作デバイスも開発されている。バスケットカテーテル 2.8 Fr から 1.9 Fr まで細く軟らかくなり、バスケット形状も工夫され、形状も維持されやすくなっている。碎石器も Ho レーザーとそれを伝える 200  $\mu$  ファイバーが開発され、軟性鏡の屈曲阻害を軽減し、かつ軟性鏡の耐久性を向上させている。

こうした背景のもと三浦らは第19回日本 EE 学会総会にて、新世代細径軟性尿管鏡を用いた TUL (以下 f-TUL) の治療成績を発表している<sup>4,5)</sup>。複数回セッションが必要になることがある ESWL に比べ治療時間は短く、治療成績も十分比肩しうるデータであり、これを機に f-TUL が広がりを見せている。

f-TUL は、下部尿管においては硬性鏡に操作性の面で劣るが、全尿路に到達可能であり、抽石も可能であることから、1 回の治療でのストーンフリーの可能性が高い。とくに排石されにくい下腎杯の結石に対してきわめて有効である。また、珊瑚状結石に対しても試みられつつある。技術面での習熟は必要であるが、その適応の広さから今後 ESWL に取って代わる可能性が十分ある。

## 終わりに

尿路結石症は、致命的になりうる重症感染症、腎不全、腎機能低下、疝痛発作、持続的な鈍痛、膀胱刺激症状、時に尿閉や排尿障害など様々な程度の症状を生じる。現在の医療水準から言えば致命的になることはきわめて稀と考えられるが、それゆえ合併症のリスクがある外科的治療の適応は非常に議論の尽きないところである。新しい f-TUL は汎用性が高く、今後も改良が続きかつ臨床データも蓄積されると思われるが、尿管損傷や医療コスト負担などいまだ万全でない。侵襲が少ないと考えられている ESWL も、腎被膜下血腫による輸血碎石効率、再発率の上昇の問題など決して理想的とは言えない。今後も技術開発に努め、臨床データを集積、解析することで、より理想的な治療体系に向けて Change していかなければならない。

## 参考文献

- 1) 宮崎 有：治療後残石のある上部尿路結石症例の再発率の検討. *Jpn J Endourol ESWL* **19**: 198, 2006
- 2) 山田 仁：上部尿管結石 (U1) の治療戦略—TUL の適応拡大と手術の工夫—. *Jpn J Endourol ESWL* **19**: 212, 2006
- 3) 山田 仁：尿路結石症の最新の話 TUL の適応拡大. *Pharma Med* **25**: 37-40, 2007
- 4) 三浦浩康：腎結石に対する新世代細径軟性尿管鏡を用いた TUL—117 症例 (125 結石) の臨床的検討—. *Jpn J Endourol ESWL* **18**: 234, 2005
- 5) 三浦浩康：腎盂・尿管鏡ならびに周辺機器の進歩と手術—新世代軟性腎盂尿管鏡を使用した TUL—. *Jpn J Endourol ESWL* **21**: 72-77, 2008

(Received on October 14, 2010)  
(Accepted on October 18, 2010)