

岡田 淳志\*・田中勇太郎・杉野輝明・海野 怜・田口和己  
瀨本周造・安藤亮介・戸澤啓一・郡 健二郎・安井孝周

本稿では、尿路結石治療の最新の進展と将来の展望に焦点を当て、外科的治療法の進化と再発予防の必要性を探究する。また、ツリウム YAG レーザーやツリウムファイバーレーザー、腎盂内圧制御機器、ロボット支援尿管鏡、AI による ESWL など、新たな治療技術とともに、カルシウム結石の溶解療法や新規レーザー機器による未来治療も紹介する。

キーワード：尿路結石、坂と雲、碎石デバイスの進歩、Stone Mountain、未来治療

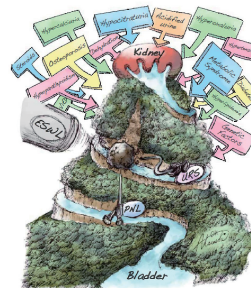
尿路結石治療は、ESWL, TUL, PNL, ECIRSを中心に進化しているが、本稿で真に伝えたいことは、尿路結石治療の全体像のイメージ「Stone Mountain」である（図1）。この図では、崖を転がり落ちる結石をESWLやURS, PNLで破碎しているが、山頂には多くの原因が降りかかり、この原因を絶たないと何度でも結石は再発することを示している。特に外科的治療においては、①尿路結石は再発する良疾患であること、②特に腎結石の治療では積極的治療の必要性を見極めること、③低侵襲治療を優先すべきこと、④重篤な合併症を回避（敗血症・尿管狭窄）すること、⑤成因精査と再発予防を関連付けることを、読者の方々にはまず心に留めて置いて頂きたい。これらの点を踏まえ、治療法の選択と実施には慎重な判断が求められる。また、患者の生活習慣や全身状態を考慮した個別化された治療計画の策定が不可欠である。

- (1) ツリウム YAG レーザーとツリウムファイバーレーザー：ツリウム YAG レーザーは結石移動の抑制や碎石スピードの向上が期待されるが、水への吸収が高いため注意が必要である。ツリウムファイバーレーザーは、dusting に有効で、出血などの合併症軽減が期待される。
- (2) 腎盂内圧を制御する機器：手術中の安全性を高めるため、腎内圧測定機能付きシングルユース軟性尿管鏡や吸引機能付きアクセスシースが開発されている<sup>2)</sup>。
- (3) ロボット支援尿管鏡機器：執刀医の身体的負担の軽減や被曝の軽減が期待される。これにより、手術の精度が向上し、患者

尿路結石診療は、診断、治療、予防の確立が進んでいるが、罹患率の増加により、さらなる発展が求められている<sup>4)</sup>。以下は、私たちが行っている研究の2点である。

- (1) カルシウム結石の溶解療法:「マクロファージによるシュウ酸カルシウム結晶貪食」に関する研究を進めており<sup>5)</sup>、従来の治療法にはない新しいアプローチを提供する可能性がある。
- (2) 低侵襲な碎石機器の開発:フェムト秒レーザーを用いた尿路結石破碎法の検討を行っており、熱発生を抑えつつ効果的な碎石が可能である。この技術は、従来のレーザー治療と比較して、より安全で効率的な治療を実現することが期待される。

本稿では、尿路結石治療の「坂」と「雲」をテーマに、治療の現状と将来を考察した。読者には、外科的治療だけでなく、再発防止や原因究明にも注目し、泌尿器科医としての幅広い知識と技術を発揮していただきたいと思う。尿路結石治療の未来は、これらの新しい技術とアプローチによって、より効果的で患者に優し



受付日：2024 年 1 月 29 日  
受理日：2024 年 2 月 26 日

いものになることを期待している。

## 文 献

- 1) 岡田淳志：導入が予想される新規積極的治療。『尿路結石症診療ガイドライン 第3版』, 日本泌尿器科学会, 日本尿路結石症学会, 日本泌尿器内視鏡・ロボティクス学会 編, 医学図書出版, 2023年8月30日, pp. 148-149.
- 2) Chen Y, et al.: J Endourol. 2022 Sep; **36** (9): 1143-1148. doi: 10.1089/end.2022.0004. Epub 2022 Mar 25. PMID :

35243899.

- 3) Muller S, et al.: Eur Urol Open Sci. 2021 Mar 21; **27**: 33-42. doi: 10.1016/j.euro.2021.02.007. PMID : 34337515; PMCID : PMC8317850.
- 4) Sakamoto S, et al.: Int J Urol. 2018 Apr; **25** (4): 373-378. doi: 10.1111/iju.13552. PMID : 29648701.
- 5) Taguchi K, et al.: Front Immunol. 2021 May 24; **12**: 673690. doi: 10.3389/fimmu.2021.673690. PMID : 34108970; PMCID : PMC8182056.

## ADVANCEMENTS IN URINARY STONE TREATMENT : NAVIGATING THE LANDSCAPE OF FUTURE PERSPECTIVES

ATSUSHI OKADA, YUTARO TANAKA, TERUAKI SUGINO, REI UNNO,  
KAZUMI TAGUCHI, SHUZO HAMAMOTO, RYOSUKE ANDO,  
KEIICHI TOZAWA, KENJIRO KOHRI AND TAKAHIRO YASUI

Department of Nephro-urology, Nagoya City University Graduate School of Medical Sciences, Aichi, Japan

### Abstract

#### Introduction

Current treatments for urinary stones include Extracorporeal Shock Wave Lithotripsy (ESWL), Transurethral Lithotripsy (TUL), Percutaneous Nephrolithotripsy (PNL), and Endoscopic Combined Intrarenal Surgery (ECIRS). This paper provides an overview of urinary stone treatment, "Stone Mountain", highlighting the importance of addressing underlying causes. In surgical treatment, it is vital to remember that urinary stones are a benign condition prone to recurrence, prioritizing minimally invasive approaches is key.

#### 1. Emerging Active Treatment Approaches

##### 1) Devices for More Effective and Minimally Invasive Current Treatments

- ・ Thulium YAG (Tm : YAG) and Thulium Fiber Lasers (TFL)  
Next-generation lithotripsy devices, Thulium YAG lasers and Thulium Fiber Lasers, are introduced, offering benefits and quieter operation.
- ・ Devices for Controlling Renal Pelvic Pressure  
Devices like single-use flexible ureteroscopes with renal pelvic pressure measurement and access sheaths with suction function are promising in reducing complications
- ・ Robotic-assisted ureteroscopy  
This development mitigates surgeon fatigue, radiation exposure risks, and improves maneuverability.
- ・ AI-enhanced ESWL  
Artificial intelligence enhances the effectiveness and safety of ESWL.

##### 2) Potential Novel Treatments for Current Algorithms

- ・ Ultrasonic propulsion, Burst Wave Lithotripsy (BWL)  
Focused ultrasound waves for non-invasive stone movement or fragmentation show promise in reducing residual stones.
- ・ Laparoscopic and Robotic-assisted Stone Surgery  
Robotic-assisted surgery offers improved dexterity and visualization, potentially achieving outcomes comparable to open surgery.

#### 2. Future Developments Needed in Urinary Stone Treatment

Despite established measures, urinary stone incidence rates have increased, necessitating further advancements. Research focuses on :

##### 1) Creation of Calcium Stone Dissolution Therapy

We are developing a method to enhance calcium oxalate crystal phagocytosis by human iPS cell-derived anti-inflammatory macrophages.

##### 2) Development of Less Invasive Lithotripsy Devices

Collaboration with experts from diverse fields led to introducing a femtosecond laser-based lithotripsy method.

### Conclusion

Addressing underlying causes is the future of urinary stone treatment. The "hill" in Figure 1 represents the current ascent, whereas the mountaintop signifies the "cloud" of future treatment. Readers are encouraged to consider questions like "How can we avoid invasive surgical treatment ?" and "What are the underlying causes ?" to fully harness their capabilities as urologists.

(Nishinohon J. Urol. **86** : 199-200, 2024)

key words : Urinary Stones, Novel Treatment Approaches, Minimally Invasive Devices, Stone Mountain, Future Developments in Urology