

≤2 cm上尿路结石术后无管化的研究进展

邓文彪^{1*}, 朱智科¹, 赖伟峰¹, 宋子阳¹, 李航飞¹, 王晓宁^{2#}

¹赣南医科大学第一临床医学院, 江西 赣州

²赣南医科大学第一附属医院泌尿外科, 江西 赣州

收稿日期: 2026年7月13日; 录用日期: 2026年8月6日; 发布日期: 2026年8月17日

摘要

目的: 术后引流管留置曾是上尿路结石微创手术的“标准配置”——肾造瘘管与输尿管支架管被视为保障术后引流、预防并发症的“安全网”。然而, 随着加速康复外科理念的深入和手术技术的精细化, 这一传统正被逐步打破。无管化(tubeless)技术, 即在经皮肾镜取石术(PCNL)或输尿管镜碎石术(URS)后选择性省略肾造瘘管和/或输尿管支架, 已成为≤2 cm上尿路结石治疗领域的重要发展方向。大量循证医学证据表明, 在严格筛选的患者中, 无管化手术可显著减轻术后疼痛、缩短住院时间、加速康复, 且不增加并发症风险。2025年EAU指南已将其纳入推荐。本文系统综述≤2 cm上尿路结石术后无管化的定义与分类、适应证、临床证据、技术要点、并发症及未来方向, 以期为临床实践和后续研究提供参考。

关键词

上尿路结石, 无管化, 经皮肾镜取石术, 输尿管镜碎石术, 加速康复外科

Research Progress on Postoperative Tubeless Management for Upper Urinary Tract Stones ≤ 2 cm

Wenbiao Deng^{1*}, Zhike Zhu¹, Weifeng Lai¹, Ziyang Song¹, Hangfei Li¹, Xiaoning Wang^{2#}

¹The First Clinical Medical College of Gannan Medical University, Ganzhou Jiangxi

²Department of Urology, The First Affiliated Hospital of Gannan Medical University, Ganzhou Jiangxi

Received: July 13, 2026; accepted: August 6, 2026; published: August 17, 2026

*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 邓文彪, 朱智科, 赖伟峰, 宋子阳, 李航飞, 王晓宁. ≤2 cm 上尿路结石术后无管化的研究进展[J]. 临床医学进展, 2026, 16(8): 1249-1255. DOI: 10.12677/acm.2026.1682900

Abstract

Objective: Postoperative drainage has long been considered a “standard configuration” following minimally invasive surgery for upper urinary tract stones—with nephrostomy tubes and ureteral stents serving as a “safety net” to ensure adequate drainage and prevent complications. However, with the deepening adoption of Enhanced Recovery after Surgery (ERAS) principles and refinements in surgical techniques, this tradition is being progressively challenged. Tubeless techniques, defined as the selective omission of nephrostomy tubes and/or ureteral stents after percutaneous nephrolithotomy (PCNL) or ureteroscopy (URS), have emerged as a significant trend in the management of upper urinary tract stones ≤ 2 cm. A growing body of evidence-based medical data indicates that, in strictly selected patients, tubeless procedures significantly reduce postoperative pain, shorten hospital stays, accelerate recovery, and do not increase the risk of complications. The 2025 European Association of Urology (EAU) Guidelines have formally incorporated this approach into their recommendations. This article provides a systematic review of the definition, classification, indications, clinical evidence, technical essentials, complications, and future directions of postoperative tubeless management for upper urinary tract stones ≤ 2 cm, aiming to offer guidance for clinical practice and future research.

Keywords

Upper Urinary Tract Calculi, Tubeless, Percutaneous Nephrolithotomy, Ureteroscopy, Enhanced Recovery after Surgery

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

上尿路结石是泌尿外科最常见的疾病之一。对于 ≤ 2 cm 的肾结石和输尿管上段结石，体外冲击波碎石(ESWL)、输尿管软镜碎石术(RIRS/f-URS)和经皮肾镜取石术(PCNL)均是可选的治疗方案。然而，无论采用何种微创术式，术后常规留置引流管——包括肾造瘘管和/或输尿管支架管——长期以来被视为标准操作。这一做法的初衷是充分引流尿液、降低肾内压、预防术后梗阻和尿外渗。

然而，引流管留置并非没有代价。肾造瘘管可导致术后疼痛、活动受限和住院时间延长；输尿管支架管则常引发膀胱刺激症状、腰痛、血尿、感染等支架相关症状(SRS)，严重影响患者生活质量，且需二次操作拔除。因此，如何在保证安全的前提下省略引流管，成为近年来泌尿外科结石治疗领域的研究热点。

无管化技术的核心在于：通过精准的术前评估、精细的术中操作和严格的术后管理，在特定患者群体中省略传统引流管，实现加速康复。2025 年 EAU 指南[1]已明确推荐在无并发症的病例中开展无管化 PCNL。本文将系统阐述 ≤ 2 cm 上尿路结石术后无管化的研究进展。

2. 无管化的定义与分类

2.1. PCNL 相关定义

在 PCNL 领域，“无管化”根据引流管省略程度可分为以下类型：

部分无管化(tubeless PCNL, t-PCNL)：术后不留置肾造瘘管，但留置输尿管支架管或外置输尿管导管

作为内引流。

完全无管化(totally tubeless PCNL, tt-PCNL): 术后既不放置肾造瘘管, 也不留置任何输尿管引流装置。

传统 PCNL (standard PCNL, s-PCNL): 术后同时留置肾造瘘管和输尿管支架管。

2.2. 输尿管镜术后相关定义

在输尿管镜碎石术后, “无管化”指不放置输尿管支架管, 或仅留置带线支架(stent on string, SOS)以便早期拔除。近年来还出现了“无鞘无管”的概念, 即术中不使用输尿管通路鞘、术后不留置支架管。

3. 无管化的适应证与患者选择

严格的患者选择是无管化手术安全实施的前提。由于 PCNL 存在肾实质穿刺通道, 而 URS 经自然腔道操作, 两种术式在无管化适应证上的严格程度存在显著差异, 需分别阐述。

3.1. PCNL 无管化的适应证

综合现有证据, PCNL 无管化的推荐适应证包括:

- 结石负荷 ≤ 2 cm 的单发或多发结石(数目通常 ≤ 3 枚)
- 手术过程顺利, 无严重出血、无集合系统穿孔
- 无术中明显尿外渗
- 无术前尿路感染或感染已控制
- 无肾积水或仅轻度肾积水
- 由经验丰富的术者实施

一项针对无肾积水肾结石患者的随机对照试验[2]证实, 完全无管化 PCNL(不逆行插管)在并发症和结石清除率方面与传统 PCNL 相当, 但手术时间更短(58.5 min vs. 82.98 min)、术后住院时间更短(1.98 天 vs. 4.39 天)、医疗费用更低。

对于合并肾积水(肾盂分离度 > 10 mm)的患者, 一项纳入 213 例的回顾性研究[3]显示, 非逆行插管联合部分无管化 PCNL 同样安全有效, 并发症发生率显著低于传统术式(7.3% vs. 18.3%)。

禁忌证包括: 术中大出血、集合系统穿孔、明显尿外渗、结石残留需二期手术、术前未控制的尿路感染等。

3.2. 输尿管镜术后无管化的适应证

输尿管镜术后无管化的适应证相对更宽:

- 结石直径 ≤ 10 mm
- 输尿管无狭窄或息肉
- 术中无明显输尿管损伤
- 手术顺利、出血少
- 无术前感染

一项“无鞘无管”一期输尿管软镜碎石术的研究[4]纳入 70 例直径 ≤ 10 mm 的输尿管上段结石或肾结石患者, 结果显示试验组(无鞘无管)的手术时间短于对照组(44.94 min vs. 52.60 min), 住院费用显著更低(8041.89 元 vs. 13,557.71 元), 两组并发症无显著差异。与 PCNL 相比, URS 无管化的适应证更为宽松, 因为其无需考虑肾实质通道愈合问题, 主要顾虑在于输尿管引流是否通畅。因此, URS 无管化更强调术中输尿管镜操作的“零损伤”和术前感染的控制。

3.3. 患者选择的客观评估工具

为更客观地指导患者选择,有学者提出了术中亚甲蓝试验(methylene blue test):术中通过输尿管导管向集合系统注入稀释亚甲蓝,观察穿刺通道有无染料外渗,以此判断是否适合完全无管化。这一客观评估工具为无管化决策提供了更多依据。

4. 无管化的临床优势:循证医学证据

4.1. 系统评价与 Meta 分析

一项纳入 29 项随机对照试验、共 2267 例患者的 Meta 分析[5]比较了无管化 PCNL 与传统 PCNL 的疗效。结果显示:

- 住院时间:无管化组显著缩短($SMD = -1.08$ 天, 95% CI: $-1.46 \sim -0.71$, $P < 0.00001$)
- 镇痛需求:无管化组显著减少($SMD = -1.22$, 95% CI: $-1.34 \sim -1.10$, $P < 0.00001$)
- 结石清除率:无管化组提高 6% ($RR = 1.06$, 95% CI: $1.03 \sim 1.09$)
- 并发症:两组无显著差异($RR = 0.87$, 95% CI: $0.56 \sim 1.35$, $P = 0.53$)
- 血红蛋白下降:无管化组略低($SMD = -0.16$, 95% CI: $-0.34 \sim 0.01$)

上述优势在小通道(<14 Fr)亚组中尤为显著。

另一项针对完全无管化 PCNL 的综述[6]指出,完全无管化组的平均住院时间较传统组缩短 1.96 天,术后镇痛需求和疼痛评分均显著降低。

4.2. 儿童人群的证据

在儿童肾结石患者中,无管化 PCNL 同样显示出优势。Cureus 上的一篇综合综述[7]指出,对于结石负荷较低且手术顺利的儿童患者,无管化 PCNL 可缩短住院时间、提高结石清除率、降低术后发热概率。儿童人群的 Meta 分析也证实无管化组住院时间显著缩短($WMD = -1.60$ 天)。

4.3. 日间手术模式

无管化技术与日间手术模式的结合进一步拓展了加速康复的边界。日间无管化 PCNL 能够显著提高患者的住院体验并缩短住院时间。一项比较门诊完全无管化 PCNL 与传统 PCNL 的研究[8]发现,当日出院是安全有效的。局麻下侧卧位无管化 Mini-PCNL 在日间手术中的可行性[9]也已得到初步验证。

4.4. 与传统术式的直接比较

对于 2~3 cm 肾结石,一项纳入 270 例患者的回顾性研究[10]比较了可弯曲负压吸引鞘联合输尿管软镜与 16F 无管化 Mini-PCNL 的疗效。两者结石清除率无显著差异,但无管化 PCNL 组手术时间更短,而软镜组术后血红蛋白下降更少、住院时间更短。该研究提示,即使在较大结石(>2 cm)中,无管化 PCNL 仍可取得满意效果,但 ≤ 2 cm 仍是其最适宜的范围。

4.5. 证据质量评价与局限性分析

尽管上述研究一致支持无管化手术的优势,但在解读这些结论时,必须审慎评估现有证据的质量与局限性。首先,目前大多数 Meta 分析所纳入的随机对照试验均为单中心研究,且因干预措施(是否留置引流管)的特殊性,难以对术者和受试者实施盲法,这不可避免地引入了测量偏倚和表现偏倚。其次,各项研究在“无管化”的具体定义、PCNL 通道大小(标准通道与小通道)、结石清除率的评估时机和方法(如术后第 1 天 KUB 还是术后 1 个月 CT)等方面存在显著异质性,这可能影响 Meta 分析合并效应的稳定性。

此外，目前领域内尚存在若干争议点：例如，部分学者认为，对于无术中并发症的患者，完全无管化(连支架都不留)是否真正优于部分无管化(留支架)仍缺乏直接的头对头比较证据；在输尿管镜碎石术后，常规不留置支架是否会导致术后急诊再就诊率(因疼痛或梗阻)升高，在不同文献中结论尚不完全一致。因此，在临床实践中，术者不能盲目套用 Meta 分析的结论，而应结合自身技术条件和患者的具体解剖与代谢情况，权衡无管化带来的康复获益与潜在的安全风险，做出个体化决策。

5. 无管化的技术要点

5.1. PCNL 无管化的关键技术

精准穿刺与通道建立：无管化 PCNL 对穿刺精准度要求更高。理想的穿刺应避免血管、邻近脏器，确保通道位于肾实质的合适位置。建议首选超声引导或 X 线联合超声引导下穿刺，以最大限度减少对周围血管的损伤，并确保通道位于肾乳头处，避免经肾柱穿刺导致大出血。

彻底碎石与清石：因术后无造瘘管通道，术中应尽可能取净结石，避免残石导致梗阻。术中应联合使用负压吸引装置与网篮取石，对于<2 cm 的结石，力争做到“眼见为净”。Y 型扩张引流鞘等新型器械的应用可提高清石效率[11]。

术中确认无活动性出血和尿外渗：术毕应仔细检查穿刺通道有无活动性出血，可通过观察冲出液颜色、降低灌注压等方式判断。一个实用的技巧是：排空灌注液后，将内窥镜退至肾实质通道内，观察有无持续搏动性出血点。

止血与通道封闭：对于穿刺通道，可选择性使用止血材料或缝合封闭，以减少出血和尿外渗风险。对于无明显出血的通道，部分术者选择仅敷料加压包扎，但应警惕迟发性血肿形成；对于有明显渗血者，可沿通道推注明胶海绵或纤维蛋白胶进行封闭。

5.2. 输尿管镜术后无管化的关键技术

术中避免输尿管损伤：无管化的前提是术中无输尿管穿孔、撕脱等严重损伤。这就要求术者熟练控制内窥镜弯曲角度，避免暴力进镜，在遇到输尿管狭窄时应先行扩张或改期手术。

负压吸引技术的应用：末端可弯负压输尿管软镜可在碎石同时吸出结石碎片，减少残石，为无管化创造条件。利用负压鞘维持肾盂内低压状态，不仅能保持视野清晰，还能显著降低术后发热和脓毒症风险，这对于无管化后缺乏引流通道的患者尤为重要。

带线支架作为过渡：对于不完全确定是否适合完全无管化的患者，可留置带线支架(SOS)，术后早期(1~3 天)在门诊拔除。系统综述[12]表明 SOS 可显著改善患者的生活质量评分，同时不增加并发症风险。

鉴于 PCNL(经皮肾造瘘通道)与 URS(自然腔道)在解剖路径和创伤机制上的根本差异，两者的无管化策略在风险谱和关注重点上截然不同。为更直观地阐明这一点，本文归纳对比详见表 1。

Table 1. Specific comparison of tubeless strategies between PCNL and URS
表 1. PCNL 与 URS 无管化策略的特异性对比

对比维度	PCNL 无管化	URS 无管化
核心风险	肾实质通道出血、尿外渗至肾周	输尿管梗阻性疼痛、脓毒症
关键技术瓶颈	通道止血与密封	输尿管粘膜保护与彻底清石
适应症严格程度	严格(依赖穿刺精准度及出血风险)	相对宽松(更依赖感染控制与输尿管条件)
主要禁忌考量	凝血功能异常、肾积水严重、术中出血	术前感染未控制、输尿管损伤、结石残留
术后监测重点	血红蛋白变化、肾周血肿/B 超	腰腹疼痛症状、感染指标

6. 无管化的并发症与安全性

6.1. 主要并发症

无管化手术的主要并发症包括：

出血：最为令人担忧。无肾造瘘管压迫止血，穿刺通道出血风险相对增加。但 Meta 分析[5]显示无管化组的血红蛋白下降并不显著高于传统组。严格把握适应证可有效控制出血风险。

尿外渗：集合系统穿孔或引流不畅时可发生。术前无肾积水、术中避免穿孔是预防关键。

感染：与术前上尿路感染、术中灌注压力等有关。术前应积极控制感染。

残石相关并发症：术后残石可能导致梗阻或成为感染灶。

6.2. 安全性的总体评价

现有证据表明，在严格选择的患者中，无管化手术的并发症发生率与传统术式相当。2025 年 EAU 指南[1]明确推荐在无并发症的病例中开展无管化 PCNL。但必须强调的是，无管化并非适合所有患者，术者经验和严格的病例筛选是安全性的根本保障。

6.3. 支架相关症状的规避

无管化的另一重要获益是规避支架相关症状。留置双 J 管可导致尿频、尿急、腰痛、血尿等不适。无管化患者无需承受这些症状，也避免了二次拔管操作。近年来出现的磁吸输尿管支架可在门诊 5 分钟内完成无创拔管，进一步改善了患者的拔管体验[12]。

7. 总结与展望

≤ 2 cm 上尿路结石术后无管化是微创泌尿外科向“更微创”迈进的重要实践。大量循证医学证据表明，在严格筛选的患者中，无管化手术可显著减轻术后疼痛、缩短住院时间、加速康复、降低医疗费用，且不增加并发症风险。2025 年 EAU 指南[1]已将其纳入推荐。

然而，无管化的广泛普及与标准化仍面临诸多挑战。基于本文的系统回顾，我们认为当前领域内亟需解决以下关键问题，并由此提出未来的具体研究方向：

第一，患者筛选标准的精准化。目前适应证多依赖术者经验和主观判断，缺乏高灵敏度的客观量化指标。建议未来开展前瞻性多中心随机对照试验，利用人工智能深度学习算法，整合术前 CT 影像学特征(如肾实质厚度、肾周脂肪粘连程度、结石 CT 值)与术中实时参数(如出血量、灌注压)，构建并验证一套 PCNL 无管化的术前预测诺模图(Nomogram)，以降低因筛选不当导致的术后急诊再入院率。

第二，部分无管化(留置支架)与完全无管化(无支架)的优劣之争。目前的 Meta 分析将两者合并比较，但部分无管化并未完全解除患者的支架相关症状。未来亟需设计严格的前瞻性队列研究，针对术后无出血、无穿孔的理想病例，比较两种策略在术后疼痛评分、生活质量(QoL)及远期输尿管狭窄发生率上的差异，以明确在何种条件下可以安全地实现“完全无管化”。

第三，日间手术模式下的安全保障体系。在快速康复和日间手术浪潮下，如何确保无管化患者在院外的安全是关键。建议建立标准化的日间无管化围手术期临床路径，明确出院后的疼痛管理方案和“红牌警告”指标(如发热 $>38.5^{\circ}\text{C}$ 、止痛药无效的腰腹痛)，并通过远程移动医疗平台进行主动随访监测，为无管化日间手术的大规模推广提供循证医学证据。

展望未来，随着新型负压吸引装置、智能灌注平台、可降解支架等技术的不断发展，无管化的适应证有望进一步拓宽。多中心随机对照试验将为患者选择标准提供更高级别的证据。同时，人工智能辅助的术前风险评估模型有望帮助临床医生更精准地筛选适合无管化的患者。作为加速康复外科理念在泌尿

外科的重要实践，无管化技术将在精准化、个体化的方向上持续发展，为更多上尿路结石患者带来更优的术后体验。

参考文献

- [1] European Association of Urology (2025) EAU Guidelines on Urolithiasis. EAU.
- [2] Fu, X., Hu, W., Deng, W., Jin, W., Zu, X., Zhu, G., *et al.* (2025) Total Tubeless Percutaneous Nephrolithotomy without Retrograde Insertion of a Ureteral Catheter for the Treatment of Kidney Stone Patients without Hydronephrosis: A Randomized Controlled Trial. *International Urology and Nephrology*, **57**, 759-767.
<https://doi.org/10.1007/s11255-024-04252-w>
- [3] 杨光远, 孙晓松, 乾孝园, 等. 非逆行插管联合部分无管化经皮肾镜取石术的安全性及有效性[J]. 实用医学杂志, 2025, 41(19): 3072-3077.
- [4] 黄国华, 苏帅, 张金栋, 等. “无鞘无管”一期输尿管软镜碎石术在治疗长径 ≤ 10 mm 输尿管上段结石和肾结石的有效性和安全性研究[J]. 重庆医科大学学报, 2025(4): 444-448.
- [5] Palacios-Navas, A.G., Flores-Bravo, Y., Campos-Muñoz, A.J., Calderón-Fernández, A., de la Luz Nevárez-Rivera, M., Cavillo-Ramírez, A., *et al.* (2025) IP08-32 the Impact of Size: A Systematic Review and Meta-Analysis of Tubeless versus Standard Percutaneous Nephrolithotomy in 2,267 Adult Patients. *Journal of Urology*, **213**, e429.
<https://doi.org/10.1097/01.ju.0001109856.11315.1d.32>
- [6] Tomer, N., Durbhakula, V., Gupta, K., Khargi, R., Gallante, B., Atallah, W.M., *et al.* (2024) Is Totally Tubeless Percutaneous Nephrolithotomy a Safe and Efficacious Option for Complex Stone Disease? *Journal of Clinical Medicine*, **13**, Article No. 3261. <https://doi.org/10.3390/jcm13113261>
- [7] Aboelatta, A.S. (2026) Tubeless Ureteroscopy: A Comprehensive Literature Review. *Cureus*, **18**, e109232.
<https://doi.org/10.7759/cureus.109232>
- [8] Gupta, K., Tomer, N., Connors, C., Gong, S., Khargi, R., Gallante, B., *et al.* (2025) Is Outpatient Totally Tubeless Standard Percutaneous Nephrolithotomy Safe and Efficacious? *Journal of Endourology*, **39**, 336-342.
<https://doi.org/10.1089/end.2024.0441>
- [9] 梅红兵, 吴建挺. 日间无管化经皮肾镜碎石取石术的临床经验总结及可行性分析(“大家泌尿网”观看手术视频)[J]. 现代泌尿外科杂志, 2024, 29(5): 385-387+393.
- [10] Deng, G., *et al.* (2025) Comparison of the Efficacy of Ureteroscopy through a Flexible Vacuum-Assisted Ureteral Access Sheath with Tubeless-Mini Percutaneous Nephrolithotomy for the Treatment of 2-3 cm Renal Calculi. *Urology Journal*, **22**, 225-230.
- [11] Zhang, Y., Li, X., Yang, G., Liu, L., Zhang, X. and Li, W. (2025) Therapeutic Experience and Key Techniques of Tubeless Percutaneous Nephrolithotomy. *Scientific Reports*, **15**, Article ID: 1106.
<https://doi.org/10.1038/s41598-024-84806-1>
- [12] Harrison, N.L., Hughes, C. and Somani, B.K. (2024) Is Stent on a String the New Gold Standard for Postureteroscopy Ureteral Drainage? Evidence from a Systematic Review. *Journal of Endourology*, **38**, 159-169.
<https://doi.org/10.1089/end.2023.0412>