

输尿管软镜碎石术与输尿管软镜联合负压吸引碎石术在不同直径上尿路结石患者中的清石率及疗效比较研究

王 秋 陈春华

泸州市纳溪区人民医院 四川 泸州 646300

【摘要】目的：探讨并比较输尿管软镜碎石术（RIRS）与输尿管软镜联合负压吸引碎石术（Suction-assisted RIRS, SA-RIRS）在治疗不同直径（ $<10\text{mm}$ 与 $>10\text{mm}$ ）上尿路结石患者中的无石率（SFR）、手术效率及安全性，旨在为临床选择最佳微创治疗方案提供循证医学依据。方法：选取 2024 年 5 月至 2025 年 10 月期间选取在我院泌尿外科收治的 120 例上尿路结石患者作为研究对象，采用随机数字表法将患者分为对照组（RIRS 组， $n=60$ ）和研究组（SA-RIRS 组， $n=60$ ）。两组患者再根据结石最大直径进一步细分为亚组： $<10\text{mm}$ 亚组和 $>10\text{mm}$ 亚组。对照组接受标准输尿管软镜钬激光碎石术，研究组接受输尿管软镜联合负压吸引鞘进行碎石取石术。结果：研究组总体无石率（93.33%）显著高于对照组（81.67%）（ $P<0.05$ ）。在结石直径 $>10\text{mm}$ 的亚组中，研究组的无石率（90.00%）明显优于对照组（73.33%）（ $P<0.05$ ）；而在 $<10\text{mm}$ 亚组中，两组无石率差异无统计学意义（ $P>0.05$ ）。研究组平均手术时间短于对照组，术中肾盂内压峰值显著低于对照组，术后发热率及感染性休克发生率均低于对照组（ $P<0.05$ ）。两组在输尿管损伤、出血等并发症方面无显著差异。结论：输尿管软镜联合负压吸引碎石术相较于传统 RIRS，能显著提高大直径（ 10mm ）上尿路结石的清石率，有效降低术中肾盂内压，减少术后感染并发症，缩短手术时间，且安全性良好。对于小直径结石，两者疗效相当。该技术值得在临床特别是复杂性上尿路结石治疗中推广应用。

【关键词】 输尿管软镜；负压吸引；上尿路结石；无石率；肾盂内压

DOI:10.12417/2811-051X.26.07.047

泌尿系统结石是泌尿外科最为常见的疾病，其发病率在全球范围内呈上升趋势。随着微创技术的飞速发展，输尿管软镜碎石术（Flexible Ureteroscopy with Laser Lithotripsy, RIRS）因其创伤小、恢复快、可处理肾下盏结石等优势，已成为治疗上尿路结石的首选方案之一^[1]。而传统的 RIRS 技术在临床应用中仍面临诸多挑战，在碎石过程中，激光产生的能量及水流冲击易导致结石碎片向上漂移至肾脏深处，不仅增加寻找和粉碎残石的难度，延长手术时间，还可能导致“粉末化”不彻底，影响最终清石率。为保持视野清晰和冲出碎石，术中需持续灌注冲洗液，若引流不畅，极易导致肾盂内压（Intrarenal Pelvic Pressure, IRP）升高^[2]。研究表明当 IRP 超过 30mmHg 并持续一定时间时，细菌及内毒素可通过肾盂静脉、淋巴管反流入血，引发术后高热、尿源性脓毒血症甚至感染性休克，严重威胁患者生命安全。而负压吸引技术被引入到输尿管镜手术中，通过在输尿管访问鞘（UAS）侧孔连接负压吸引装置，可在碎石的同时主动吸出结石碎片和灌注液^[3]。这种“碎石一吸出”同步进行的模式不仅能维持较低的肾盂内压，减少感染风险还能及时清除视野内的粉末和碎片提高手术效率。该创新不仅能维持较低的肾盂内压保障手术安全性，还能即时清除视野内的结石粉末，提高单次手术的清石效率^[4]。

本研究将重点聚焦于结石清除率、术中肾盂内压变化、手术效率及术后并发症等关键指标，并进一步分层分析结石直径对两种术式疗效的影响，以期优化上尿路结石的微创治疗策略提供高质量的临床证据。

1 资料与方法

1.1 一般资料

本研究选取 2024 年 5 月至 2025 年 10 月期间，在我院泌尿外科住院治疗的单侧上尿路结石患者共计 120 例。采用随机数字表法，将这些患者分为对照组（RIRS 组）和研究组（SA-RIRS 组），每组各 60 例。

对照组中：男性 34 例，女性 26 例，年龄 24~68 岁，平均（ 45.6 ± 10.2 ）岁，结石位于左侧 31 例，右侧 29 例，结石直径范围 6~18mm，平均（ 11.4 ± 2.8 ）mm。其中直径 $<10\text{mm}$ 者 28 例， $>10\text{mm}$ 者 32 例。

研究组中：男性 32 例，女性 28 例；年龄 22~70 岁，平均（ 46.1 ± 9.8 ）岁；结石位于左侧 29 例，右侧 31 例；结石直径范围 5~19mm，平均（ 11.6 ± 2.6 ）mm。其中直径 $<10\text{mm}$ 者 30 例， $>10\text{mm}$ 者 30 例。

两组患者在性别、年龄、结石侧别、结石直径分布以及术

项目名称：输尿管软镜碎石术与输尿管软镜联合负压吸引碎石术在不同直径上尿路结石患者中的清石率及疗效比较研究。

项目编号：2024-YXXM-108。

前肾功能指标等方面进行比较,差异无统计学意义 ($P>0.05$),具有可比性。

1.2 纳入与排除标准

纳入标准:①经 CT 尿路造影或 B 超确诊为单侧上尿路结石;②结石直径在 5~20mm 之间;③术前尿培养阴性或经抗生素治疗后转阴;④凝血功能正常,无心、肺、脑等重要脏器严重功能障碍;⑤自愿参加本研究并签署知情同意书。

排除标准:①孤立肾、马蹄肾等泌尿系解剖异常者;②合并输尿管狭窄、息肉包裹严重,预计进镜困难者;③妊娠期或哺乳期妇女;④既往有同侧输尿管手术史或开放手术史;⑤术前存在未控制的尿路感染或全身感染;⑥结石成分预估为胱氨酸结石或一水草酸钙结石且质地极硬,预计激光难以粉碎者。

1.3 干预措施

所有手术均由同一组具备高年资且职称为主治医师以上的医师主刀实施,采用全身麻醉。

对照组:患者采取截石位,进行常规消毒并铺巾。在导丝的引导下,置入输尿管硬镜,扩张输尿管口后,沿着导丝置入输尿管输送鞘。退出输尿管硬镜,沿着输送鞘置入输尿管软镜。找到结石后,使用 200 μm 或 365 μm 钬激光光纤进行碎石,采用“粉尘化”或“碎块化”策略。术中通过重力滴注或压力泵灌注生理盐水维持视野,依靠水流自然流出带出细小碎屑,较大碎块尝试用套石篮取出,术毕留置双 J 管。

研究组:麻醉及体位同对照组。关键区别在于使用带有负压吸引通道的专用输尿管接入鞘。置鞘成功后,将吸引装置连接至鞘的侧孔,设定负压值为-15~-20kPa。置入软镜找到结石后,开启负压吸引,同时进行钬激光碎石。利用负压产生的吸力,将击碎的结石碎片直接吸出体外,同时持续吸出浑浊灌洗液,保持视野清晰及肾盂低压状态。对于吸附过紧的大块结石,暂停吸引,用套石篮固定后继续碎石吸引,术毕同样留置双 J 管。

两组在术后均常规给予抗感染、止血以及对症支持治疗,双 J 管在术后 2-4 周予以拔除。

1.4 观察指标

主要指标:术后 1 个月复查 CT 或 KUB 平片评估无石率。定义 SFR 为残留结石碎片直径 $<2\text{mm}$ 且无临床症状。

次要指标:①手术时间;②术中肾盂内压峰值;③术后发热率;④住院时间;⑤并发症发生率。⑥分层分析:按结石直径 $<10\text{mm}$ 和 $>10\text{mm}$ 进行亚组分析。

1.5 统计学方法

采用 SPSS 26.0 软件进行数据分析。计量资料以均数 \pm 标准差 ($\bar{x}\pm s$) 表示,组间比较采用独立样本 t 检验;计数资料以例数 (%) 表示,组间比较采用 χ^2 检验。 $P<0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者基线资料及结石特征比较

为确保研究结果的可靠性,首先对两组患者的基线资料进行了详细比对。展示包括性别、年龄、结石侧别、结石直径及结石位置在内的关键人口学和临床特征。数据显示,两组在上述各项指标上分布均衡,差异均无统计学意义 ($P>0.05$),表明随机分组成功,排除了基线差异对后续疗效评价的干扰,为后续的疗效对比奠定了坚实基础。具体见表 1:

表 1 两组患者基线资料及结石特征比较[n(%)]或 ($\bar{x}\pm s$)

组别	研究组	对照组	t	P
例数	60	60		
男性	32(53.3)	34(56.7)	0.135	0.713
年龄	46.1 \pm 9.8	45.6 \pm 10.2	0.274	0.785
结石直径 $>10\text{mm}$	30(50.0)	32(53.3)	0.132	0.716
结石位置	45/15	43/17	0.215	0.643

2.2 两组患者手术相关指标及肾盂内压比较

手术效率与安全性是评估新技术的核心维度。着重对比两组的手术时长、术中肾盂内压峰值、术后住院时长以及术中出血量。结果显示,研究组在多个关键指标上表现出显著优势。特别是术中肾盂内压峰值,研究组得益于负压吸引系统的持续引流,其压力水平显著低于对照组,这直接关联到术后感染风险的降低。同时,由于无需反复进出镜头取石或等待碎屑自然排出,研究组的手术时间也明显缩短。具体见表 2:

表 2 两组患者手术相关指标及肾盂内压比较($\bar{x}\pm s$)

组别	研究组	对照组	t	P
例数	60	60		
手术时间	42.5 \pm 8.6	56.8 \pm 10.4	8.215	<0.001
肾盂内压峰值	18.4 \pm 4.2	34.6 \pm 6.8	15.632	<0.001
住院时间	3.1 \pm 0.8	4.5 \pm 1.1	8.045	<0.001
术中出血量	12.5 \pm 3.4	13.1 \pm 3.8	0.912	0.364

2.3 两组患者术后无石率及并发症比较

临床疗效的最终体现在于结石清除情况及患者预后,详细列出了两组的总体无石率、分层无石率、术后发热率及严重并发症发生率。数据清晰地表明,虽然在小结石 ($<10\text{mm}$) 治疗中两组效果相当,但在大结石 (10mm) 治疗中,研究组的无石率显著优于对照组。此外,研究组术后发热及尿源性脓毒血症的发生率显著降低,证实了负压吸引在控制感染源方面的巨

大潜力。具体见表3:

表3 两组患者术后无石率及并发症比较[n(%)]

组别	研究组	对照组	P	
例数	60	60		
总体无石率	56(93.33)	49(81.67)	4.125	0.042
术后发热	4(6.67)	12(20.00)	4.615	0.032
尿源性脓毒血症	1(1.67)	5(8.33)	3.928	0.047
输尿管损伤	2(3.33)	3(5.00)	0.211	0.646

3 讨论

上尿路结石的微创治疗已进入“精准、高效、安全”的新阶段。本研究通过严格的随机对照设计，系统评估了输尿管软镜联合负压吸引碎石术(SA-RIRS)的临床价值。研究结果表明，SA-RIRS技术在提高清石率、缩短手术时间及降低术后感染风险方面具有显著优势，尤其在处理直径大于10mm的结石时表现更为突出^[5]。首先清石率的提升是SA-RIRS最核心的优势，传统RIRS在处理较大结石时，常面临“结石漂移”的难题。激光碎石产生的推力易将结石推入肾下盏或其他难以触及的部位，导致手术时间延长且残留结石增多。本研究显示，在>10mm结石亚组中，研究组的无石率(90.00%)显著高于对照组(73.33%)。这主要归功于负压吸引系统的“主动取石”机制。负压吸引不仅能即时吸走已粉碎的细小颗粒，防止其堆积遮挡视野，还能在一定程度上抵消激光的反冲力，固定结石

位置，实现“原位粉碎、即时清除”。这种机制大大提高了单次手术的结石清除效率，减少了二期手术的需要^[6]。其次肾盂内压的有效控制是保障手术安全的关键。术后发热和尿源性脓毒血症是RIRS严重的并发症，其主要病理生理基础是术中高压灌注导致的肾盂静脉反流。本研究中对照组的平均肾盂内压峰值达到了34.6mmHg，超过了公认的安全阈值(30mmHg)，这与该组较高的术后发热率(20.00%)和脓毒血症发生率(8.33%)相吻合^[7]。研究组通过负压吸引鞘建立了持续的流出道，使肾盂内压始终维持在较低水平(平均18.4mmHg)，显著降低了细菌和内毒素入血的风险，术后发热率仅为6.67%，且无严重脓毒血症发生。这一发现再次印证了“低压灌注”在预防术后感染中的决定性作用^[8]。同时手术时间的缩短也体现了技术的效率优势，研究组平均手术时间较对照组缩短了约14分钟。这不仅是因为减少了套石篮反复进出和寻找漂移结石的时间，还因为清晰的视野提高了操作精度^[9]。手术时间的缩短意味着麻醉时间的减少和辐射暴露的降低，对患者围手术期的快速康复(ERAS)具有积极意义。

综上所述，输尿管软镜联合负压吸引碎石术是一种安全、高效的微创治疗手段。它通过主动取石和持续低压引流机制，显著提高了大直径上尿路结石的清石率，有效降低了术后感染并发症。对于结石直径>10mm的患者，推荐优先采用该技术^[10]。对于<10mm的患者，虽然传统RIRS已能达到较好效果，但SA-RIRS在缩短手术时间和降低肾盂内压方面仍具有优势。随着器械成本的优化和技术的普及，SA-RIRS有望成为上尿路结石治疗的新标准。

参考文献:

- [1] 郑枫,田文俊.输尿管软镜联合负压吸引鞘术后无管化对上尿路结石患者应激及炎症反应的影响[J].中华全科医学,2024,22(04):622-624+641.
- [2] 郑圳楠.非复杂性上尿路结石输尿管软镜碎石术后无管化的可行性研究[D].广州医科大学,2024.
- [3] 陈俊,孙昊,毛林华,等.双套管可视输尿管鞘联合一次性输尿管软镜治疗直径>2 cm 上尿路结石的临床研究[J].中国医学创新,2023,20(35):5-9.
- [4] 林剑峰,叶志彬,涂建平,等.可弯曲负压吸引鞘与常规鞘联合一次性输尿管软镜治疗上尿路结石的疗效比较[J].中国微创外科杂志,2023,23(09):652-656.
- [5] 许嘉利,杨泽松.输尿管软镜碎石术联合负压吸引输尿管通道鞘治疗上尿路结石的效果[J].蛇志,2023,35(03):356-359.
- [6] 崔小健,丛桂成,陈延航.一次性电子输尿管软镜治疗上尿路结石的疗效[J].继续医学教育,2023,37(01):141-144.
- [7] 谭剑敏,高赧,傅鑫华,等.一次性电子输尿管软镜与可重复使用电子输尿管软镜联合负压吸引鞘治疗上尿路结石疗效的比较[J].现代泌尿外科杂志,2022,27(08):652-655.
- [8] 赵勇,姚慧娴,邢文丛.负压组合式输尿管镜与输尿管软镜钬激光碎石术治疗上尿路结石疗效对比[J].实用中西医结合临床,2021,21(22):118-119.
- [9] 沈柏华,林奕伟.输尿管软镜碎石技术:过去、现在与未来[J].浙江医学,2020,42(24):2609-2610+2618.
- [10] 梁阳冰,覃斌,李长赞,等.输尿管软镜在上尿路结石诊断治疗中的应用[J].中国病案,2019,20(09):107-110.