

# 微创经皮肾镜碎石取石术治疗肾结石影响一期清石的多因素分析\*

郭 凡 苏 醒 马帅军 高学林 杨力军 刘 飞 秦卫军 王福利\*\*

(空军军医大学第一附属医院泌尿外科, 西安 710032)

**【摘要】 目的** 探讨微创经皮肾镜碎石取石术(minimally invasive percutaneous nephrolithotomy, mPCNL)治疗肾结石一期清石的影响因素。**方法** 回顾性分析 2014 年 1 月~2020 年 12 月 664 例肾结石采用 mPCNL 治疗的资料,全麻,单通道碎石,手术均由同等资历的术者完成。术后 7~10 天行 KUB 或泌尿系 CT 检查,未见明显结石残留,或结石最大径 $\leq 0.4$  cm 为一期清石。采用单因素和多因素 logistic 回归分析术后一期清石的影响因素。**结果** 664 例中 123 例(18.5%)未能一期清石。单因素分析显示,结石大小、结石 CT 值、结石数量、结石分布及术前肾积水与一期清石有关( $P < 0.05$ )。多因素 logistic 回归分析结果显示,结石最大径 $> 2$  cm( $OR = 5.444$ , 95%  $CI: 3.313 \sim 8.945$ ,  $P = 0.000$ ), 结石 CT 值 $> 1000$  HU( $OR = 4.200$ , 95%  $CI: 2.581 \sim 6.835$ ,  $P = 0.000$ ), 多发结石( $OR = 2.439$ , 95%  $CI: 1.154 \sim 5.153$ ,  $P = 0.019$ ), 鹿角形结石( $OR = 15.487$ , 95%  $CI: 6.483 \sim 36.997$ ,  $P = 0.000$ )是 mPCNL 未能一期清石的独立预后因素。**结论** 结石最大径 $> 2$  cm、结石 CT 值 $> 1000$  HU、多发结石及鹿角形结石是 mPCNL 未能一期清石的独立预后因素,术前可据此预测一期清石效果。

**【关键词】** 微创经皮肾镜碎石取石术; 肾结石; 一期清石率

文献标识:A 文章编号:1009-6604(2021)06-0486-05

doi:10.3969/j.issn.1009-6604.2021.06.002

## Multivariate Analysis of One-stage Clearance Rate After Minimally Invasive Percutaneous Nephrolithotomy for Renal Calculi

Guo Fan, Su Xing, Ma Shuaijun, et al. Department of Urology, First Affiliated Hospital, Air Force Medical University, Xi'an 710032, China  
Corresponding author: Wang Fuli, E-mail: wangfuli98@163.com

**【Abstract】 Objective** To investigate the influencing factors of one-stage stone clearance rate of minimally invasive percutaneous nephrolithotomy (mPCNL) in the treatment of renal calculi. **Methods** Clinical data of 664 cases of renal calculi treated with mPCNL from January 2014 to December 2020 were retrospectively analyzed. General anesthesia and single channel lithotripsy were performed by the same qualified surgeons. The KUB or CT examinations of urinary system were performed 7-10 days after operation, and no obvious residual stones or the maximum diameter of stones  $\leq 0.4$  cm were defined as one-stage stone clearance. Univariate and multivariate logistic regression were used to analyze the influencing factors of one-stage stone removal. **Results** Among the 664 cases, 123 cases (18.5%) failed to clear the stone at the first stage. Univariate analysis showed that stone size, stone CT value, stone number, stone distribution and preoperative hydronephrosis were associated with primary stone clearance ( $P < 0.05$ ). Multivariate logistic regression analysis showed that the maximum diameter of stones  $> 2$  cm ( $OR = 5.444$ , 95%  $CI: 3.313 \sim 8.945$ ,  $P = 0.000$ ), CT value of stones  $> 1000$  HU ( $OR = 4.200$ , 95%  $CI: 2.581 \sim 6.835$ ,  $P = 0.000$ ), multiple stones ( $OR = 2.439$ , 95%  $CI: 1.154 \sim 5.153$ ,  $P = 0.019$ ) and staghorn stones ( $OR = 15.487$ , 95%  $CI: 6.483 \sim 36.997$ ,  $P = 0.000$ ) were independent prognostic factors for failure of primary stone clearance in mPCNL. **Conclusion** The maximum diameter of stones  $> 2$  cm, CT value of stones  $> 1000$  HU, multiple stones and staghorn stones are independent prognostic factors to failure of one-stage stone clearance of mPCNL, which can be used to evaluate the effect of primary lithotripsy before mPCNL.

**【Key Words】** Minimally invasive percutaneous nephrolithotomy; Kidney stone; One-stage stone clearance rate

\* 基金项目:陕西省社发攻关项目(2016SF-162)

\*\* 通讯作者, E-mail: wangfuli98@163.com

作为泌尿系统的常见疾病之一,肾结石在我国成年人中的患病率已达到 6.4%<sup>[1]</sup>。随着微创外科技术的快速发展,微创经皮肾镜碎石取石术(mini-percutaneous nephrolithotomy, mPCNL)越来越多地应用于肾结石的手术治疗<sup>[2]</sup>,尤其适用于治疗 < 2 cm 肾结石、小儿肾结石等<sup>[3]</sup>。国内外关于 mPCNL 处理肾结石的疗效已有很多研究,但是关于术后一期清石率的报道不尽相同<sup>[4,5]</sup>,专门针对一期清石率影响因素的研究较少。本研究回顾性分析 2014 年 1 月~2020 年 12 月我院 664 例肾结石采用 mPCNL 治疗的资料,123 例(18.5%)一期未完全清除,采用单因素和多因素 logistic 回归分析术后一期结石清除的影响因素。

## 1 临床资料与方法

### 1.1 一般资料

纳入标准:2014 年 1 月~2020 年 12 月于我科行单通道 mPCNL 的肾结石,术前影像学检查明确肾结石诊断,术后一期碎石情况检查,临床资料完整。

排除标准:移植肾、肾解剖学异常或其他手术禁忌。

共纳入 664 例,男 425 例,女 239 例。年龄 17~80 岁,(47.4 ± 12.0) 岁。体重指数 16.2~32.7, 24.0 ± 3.2。首发临床表现:腰背部疼痛 313 例,血尿 27 例,其他症状 21 例,无明显症状因体检发现 303 例。术前均行 X 线或 CT 检查诊断肾结石,最大径 0.6~7.0 cm, (2.2 ± 0.9) cm; 结石 CT 值 198~1631 HU, (814 ± 253) HU (对于不规则形结石取其中最大环形范围内 HU 值作为总体 CT 值<sup>[6]</sup>)。单发结石 106 例,多发结石 558 例(鹿角形结石位于肾盂且其分支进入肾盏<sup>[3]</sup>,纳入多发结石);肾盂结石 295 例,中上盏结石 77 例,肾下盏结石 248 例,鹿角形结石 44 例。合并泌尿系感染 156 例,肾积水 493 例(轻度 273 例,中度 133 例,重度 87 例)。术前血肌酐 41~269 μmol/L, (97.5 ± 24.5) μmol/L (正常值 40~115 μmol/L), 其中 96 例超过正常值。合并糖尿病 48 例,高血压 109 例,既往有碎石史 159 例(药物排石除外)。术前均常规行血常规、尿常规、肝肾功能、凝血功能及泌尿系 B 超、泌尿系 CTU 等检查,排除手术禁忌证。

### 1.2 手术方法

全麻,截石位,经膀胱镜将 5F 输尿管导管逆行

插入患侧肾盂,留置尿管并固定输尿管导管(术前已有重度肾积水者不需此操作)。改俯卧位,垫高患侧腹部,暴露术区,超声观察定位结石,穿刺点选择 12 肋缘下或 11 肋间,18G 肾盂穿刺针穿刺,穿刺方向朝向目标肾盏,进入肾盏后拔出针芯,见尿液流出。通过穿刺针鞘放入导丝,沿导丝将 8F 筋膜扩张器逐步扩张至 14F~20F,把操作鞘扩入肾盂,留置导丝。经通道置入短输尿管镜或肾镜,灌注泵持续灌洗,使用科医人公司生产的钬激光(频率 20~30 Hz,能量 1~2 J)将结石击碎,利用钳夹或冲洗将碎石经通道排出。术毕常规置入 5F 双 J 管,留置肾造瘘管。

### 1.3 观察指标

记录性别,年龄,BMI,糖尿病史,高血压病史,既往碎石史,术前肌酐,术前泌尿系感染(中段晨尿做尿沉渣检查,每高倍视野 > 5 个<sup>[7]</sup>),结石 CT 值,结石数量(单发/多发),术前肾积水(B 超提示肾集合系统分离 > 2 cm 为肾积水,2~3 cm 为轻度,3~4 cm 为中度,> 4 cm 为重度),结石分布(肾盂结石、中上盏结石、肾下盏结石、鹿角形结石<sup>[3]</sup>),结石最大径(单发结石取最大径,多发结石取最大径之和<sup>[8]</sup>)。

一期结石清除标准<sup>[9]</sup>:术后 7~10 天行 KUB 或泌尿系 CT 检查,未见明显结石残留,或结石最大径 ≤ 0.4 cm 为结石清除。

### 1.4 统计学方法

采用 SPSS22.0 统计学软件对数据进行处理。计量资料用  $\bar{x} \pm s$  表示,2 组间比较采用独立样本 *t* 检验,计数资料组间比较采用  $\chi^2$  检验,再对有统计学意义的指标进行多因素 logistic 回归分析。以 *P* < 0.05 为差异有统计学意义。

## 2 结果

术后 7~10 天行 KUB 或泌尿系 CT 检查,664 例中 541 例(81.5%)达到一期结石清除标准(清除组),123 例(18.5%)未达到(未清除组)。单因素分析显示,结石最大径及分段、结石 CT 值及分段、结石分布、结石数量、术前肾积水与一期结石清除率有关(表 1)。将单因素分析中具有显著差异的变量纳入多因素 logistic 回归分析,结果显示:结石最大径 > 2 cm、结石 CT 值 > 1000 HU、鹿角形结石、多发结石是 mPCNL 术后一期结石清石的独立预后因素(表 2)。

表 1 mPCNL 一期结石清除影响因素的单因素分析

因素	结石未清除组( <i>n</i> = 123)	结石清除组( <i>n</i> = 541)	<i>t</i> ( $\chi^2$ ) 值	<i>OR</i> 值	<i>P</i> 值
性别:男	74 (17.4%)	351 (82.6%)	$\chi^2$ = 0.968	0.817	0.325
女	49 (20.5%)	190 (79.5%)			
年龄(岁)	48.4 ± 10.6	47.2 ± 12.3	<i>t</i> = 1.100		0.272
BMI	24.05 ± 2.79	23.99 ± 3.30	<i>t</i> = 0.196		0.845
结石最大径(cm)	2.90 ± 1.01	2.01 ± 0.79	<i>t</i> = 9.206		0.000
结石最大径: > 2 cm	95 (35.1%)	176 (64.9%)	$\chi^2$ = 82.907	7.036	0.000
≤ 2 cm	28 (7.1%)	365 (92.9%)			
结石 CT 值(HU)	965 ± 294	780 ± 230	<i>t</i> = 6.510		0.000
结石 CT 值: > 1000 HU	59 (33.9%)	115 (66.1%)	$\chi^2$ = 36.974	3.415	0.000
≤ 1000 HU	64 (13.1%)	426 (86.9%)			
结石数量:多发结石	112 (20.1%)	446 (79.9%)	$\chi^2$ = 5.547	2.169	0.019
单发结石	11 (10.4%)	95 (89.6%)			
结石分布:鹿角形结石	34 (77.3%)	10 (22.7%)	$\chi^2$ = 119.166		0.000
中上盏结石	20 (26.0%)	57 (74.0%)			
肾下盏结石	40 (16.1%)	208 (83.9%)			
肾盂结石	29 (9.8%)	266 (90.2%)			
术前肾积水:无	43 (25.1%)	128 (74.9%)	$\chi^2$ = 8.553		0.036
轻度	50 (18.3%)	223 (81.7%)			
中度	19 (14.3%)	114 (85.7%)			
重度	11 (12.6%)	76 (87.4%)			
术前肌酐(μmol/L)	96.42 ± 32.54	97.73 ± 22.43	<i>t</i> = -0.425		0.672
术前泌尿系感染:是	24 (15.4%)	132 (84.6%)	$\chi^2$ = 1.332	0.751	0.249
否	99 (19.5%)	409 (80.5%)			
糖尿病:是	6 (12.5%)	42 (87.5%)	$\chi^2$ = 1.244	0.609	0.265
否	117 (19.0%)	499 (81.0%)			
高血压:是	20 (18.3%)	89 (81.7%)	$\chi^2$ = 0.003	0.986	0.959
否	103 (18.6%)	452 (81.4%)			
既往碎石史:有	28 (17.6%)	131 (82.4%)	$\chi^2$ = 0.116	0.922	0.734
无	95 (18.8%)	410 (81.2%)			

表 2 mPCNL 一期结石清除影响因素的多因素分析

因素	偏回归系数	标准误	Wals $\chi^2$ 值	<i>P</i> 值	<i>OR</i> 值(95% <i>CI</i> )
结石最大径 > 2 cm	1.695	0.253	44.725	0.000	5.444 (3.313 ~ 8.945)
结石 CT 值 > 1000 HU	1.435	0.248	33.361	0.000	4.200 (2.581 ~ 6.835)
鹿角形结石 vs. 非鹿角	2.740	0.444	38.029	0.000	15.487 (6.483 ~ 36.997)
多发结石 vs. 单发	0.892	0.382	5.458	0.019	2.439 (1.154 ~ 5.153)
常量	-2.823	0.483	34.211	0.000	0.059

3 讨论

经皮肾镜碎石取石术是治疗肾结石和输尿管上段结石的主要方法之一<sup>[10]</sup>。由于肾脏血运丰富,传统 PCNL 在提高结石清除率的同时,也显露出术中术后出血风险大、术后易感染、恢复时间长等弊端<sup>[11]</sup>。与传统 PCNL 相比,mPCNL 取石通道更小,操作鞘通常为 11F ~ 20F<sup>[12,13]</sup>,本组通道为 14F ~ 20F,有利于减轻对肾脏的损伤,减少术中出血量。同时,mPCNL 经皮肾通道建立后,操作鞘具有一定的活动度,肾盂内镜体操作空间更大,可以通过适当调整获得最佳的碎石取石角度,便于处理分散在不

同肾盏内的结石,提高一期清石率<sup>[14,15]</sup>。本研究回顾性分析我院近 7 年 mPCNL 治疗肾结石的资料,探讨影响一期清石率的因素。

mPCNL 不仅能击碎结石,而且可以同时经通道取石、排石,这是其用于肾结石手术的一大优点<sup>[16,17]</sup>,在理论上可以提高一期清石率,既可避免术后随尿液排石过程中“石街”的发生风险,也可降低再手术率。但是,mPCNL 一期清石率往往不能达到预期,受到很多基础因素、结石特点等因素的影响<sup>[18,19]</sup>。本研究多因素回归分析提示,结石最大径 > 2 cm、结石 CT 值 > 1000 HU、多发结石及鹿角形结石是 mPCNL 一期清石的独立预后因素,这些情

况下的一期清石率普遍不高。

结石大小与碎石效果关系密切,也决定着不同碎石术式的选择,mPCNL 在处理较大肾结石中显露优势<sup>[20]</sup>。尽管如此,随着肾结石直径增大,结石清除效果逐渐降低。本研究 mPCNL 一期清石率 81.5%,结石清除组结石最大径( $2.01 \pm 0.79$ )cm,结石未清除组为( $2.90 \pm 1.01$ )cm( $P < 0.01$ ),对结石最大径分段( $> 2$  cm/ $\leq 2$  cm)做 logistic 回归分析显示,最大径 $> 2$  cm 的肾结石相较于 $\leq 2$  cm 者,术后残石风险提高 5.444 倍,这对术者根据结石大小预测肾结石清除效果有一定指导意义。

肾结石的 CT 值在一定程度上反映了结石硬度和易碎性,通常 CT 值较高的结石相对坚硬,术中需要花费更多的时间才可击碎,碎石不彻底直接导致术后残石风险增大。本研究中结石清除组的 CT 值( $780 \pm 230$ )HU,明显低于未清除组的( $965 \pm 294$ )HU( $P < 0.01$ )。曾鹏等<sup>[6]</sup>通过术前 CT 值来预测经皮肾镜 EMS 碎石效率,结果显示 CT 值 $> 1100$  HU 的结石碎石效果欠佳。据此,本文将结石按 CT 值 $> 1000$  和 $\leq 1000$  HU 分段纳入回归分析,结果显示 CT 值 $> 1000$  HU 的肾结石组残石风险是 $\leq 1000$  HU 组的 4.2 倍,提示术者预测 mPCNL 碎石效果需要在术前加强对肾结石 CT 值的重视。

在结石分布方面,肾盂结石的一期清石率最高(266/295,90.2%),这与通道建立后操作空间大、结石易寻及、碎石角度广、冲洗液流通好等原因有关。对于鹿角形结石,因结石较大而且分布几乎充满肾盂肾盏,具有取石困难、术后残石率高以及容易复发等特点<sup>[21]</sup>。本研究共 44 例鹿角形结石,达到一期结石清除标准的只有 10 例(22.7%),这意味着 mPCNL 在鹿角形结石的应用上存在局限,可以考虑行标准通道经皮肾镜、多通道经皮肾镜、多镜联合碎石<sup>[22]</sup>甚至分期碎石等方式。

肾脏多发结石临床上并不少见,相较于单发结石,多发结石分布较为分散,导致术中寻找结石难度加大,加之部分结石所处位置比较刁钻,以致碎石效率较低<sup>[23]</sup>。本研究中单发结石组一期清除率(95/106,89.6%)明显高于多发结石组(446/558,79.9%)( $P < 0.05$ ),单因素和多因素分析均表明多发结石术后一期清石率较低。

值得一提的是,单因素分析显示术前肾积水者一期清石率更高[83.8%(413/493) vs. 74.9%(128/171)],这与术者感觉一致,因为肾积水患者的肾盂肾盏内操作空间更大,便于寻找、击碎和取净

结石。但多因素 logistic 回归分析剔除了该因素,考虑可能因为本研究样本量有限,下一步可开展更大样本量的多中心研究,以期找到更多的线索。

诚然,结石未清除组的很多病例会在后期逐步随尿液排出部分残石,或者进行二期手术碎石,但我们必须客观认识一期清石率的影响因素,既要不断改进碎石技巧,也不可强求一期完全碎石,这对术前与患者沟通、进行个体化诊疗有很好的借鉴意义。

综上所述,mPCNL 已经在肾结石中广泛应用,在严格把握适应证,结合患者术前情况、影像学检查等前提下,可以在术前预测不同患者的一期清石效果,使患者在保证安全的同时获得最佳治疗。本研究的不足之处在于样本量不够大,对于二期清石效果没有跟踪随访,需要进一步开展多中心大样本的研究来探讨影响 mPCNL 清石率的因素。

## 参考文献

- 1 Zeng G, Mai Z, Xia S, et al. Prevalence of kidney stones in China: an ultrasonography based cross-sectional study. *BJU Int*, 2017, 120(1): 109–116.
- 2 Huang J, Song L, Xie D, et al. A randomized study of minimally invasive percutaneous nephrolithotomy (MPCNL) with the aid of a patented suctioning sheath in the treatment of renal calculus complicated by pyonephrosis by one surgery. *BMC Urol*, 2016, 16(1): 71.
- 3 那彦群, 叶章群, 孙颖浩, 等, 主编. 中国泌尿外科疾病诊断治疗指南(2014 版). 北京: 人民卫生出版社, 2013. 138–139.
- 4 段灵星, 匡仁锐, 张 谏, 等. 单通道与多通道经皮肾镜取石术治疗复杂性肾结石有效性和安全性的 Meta 分析. *转化医学杂志*, 2019, 8(1): 45–49.
- 5 武 艺, 薛书成, 屈 健, 等. 微创经皮肾镜钬激光碎石术治疗复杂性肾结石临床研究(附 103 例报告). *微创泌尿外科杂志*, 2017, 6(4): 210–212.
- 6 曾 鹏, 蒋重和, 李光明, 等. CT 值预测经皮肾镜 EMS 碎石清石系统的取石效率. *中国内镜杂志*, 2016, 22(5): 17–20.
- 7 陈孝平, 汪建平, 主编. 外科学. 第 8 版. 北京: 人民卫生出版社, 2013. 550–551.
- 8 朱 玮, 莫承强, 陈玢岫, 等. 一次性输尿管软镜与可重复使用输尿管软镜治疗上尿路结石疗效的前瞻性多中心随机对照研究. *中华泌尿外科杂志*, 2020, 41(4): 287–291.
- 9 李东辉, 黄 义, 程 庆, 等. 经肾前组盂入路经皮肾镜取石术 29 例. *中国微创外科杂志*, 2020, 20(7): 612–615.
- 10 Fan J, Zhang T, Zhu W, et al. The role of super-mini percutaneous nephrolithotomy (SMP) in the treatment of symptomatic lower pole renal stones (LPSs) after the failure of shockwave lithotripsy (SWL) or retrograde intrarenal surgery (RIRS). *Urolithiasis*, 2019, 47(3): 297–301.
- 11 卢启海, 邱剑光, 黄文涛, 等. 经皮肾镜碎石取石术治疗肾结石的

- 现状. 中华腔镜泌尿外科杂志(电子版),2015,9(5):314-316.
- 12 Jackman SV, Hedican SP, Peters CA, et al. Percutaneous nephrolithotomy in infants and preschool age children: experience with a new technique. *Urology*,1998,52(4):697-701.
- 13 霍智明,杨 涛,朱银松,等. 标准通道与微通道经皮肾镜碎石取石术治疗肾结石的疗效比较. 贵阳医学院学报,2014,39(3):419-420.
- 14 Kamal W, Kallidonis P, Kyriazis I, et al. Miniturized percutaneous nephrolithotomy: what does it mean? *Urolithiasis*, 2016, 44(3):195-201.
- 15 Lu Y, Ping JG, Zhao XJ, et al. Randomized prospective trial of tubeless versus conventional minimally invasive percutaneous nephrolithotomy. *World J Urol*,2013,31(5):1303-1307.
- 16 Zeng G, Zhu W, Li J, et al. The comparison of minimally invasive percutaneous nephrolithotomy and retrograde intrarenal surgery for stones larger than 2 cm in patients with a solitary kidney: a matched-pair analysis. *World J Urol*,2015,33(8):1159-1164.
- 17 Kruck S, Anastasiadis AG, Herrmann TRW, et al. Minimally invasive percutaneous nephrolithotomy: an alternative to retrograde intrarenal surgery and shockwave lithotripsy. *World J Urol*, 2013, 31(6):1555-1561.
- 18 陈科梁,鲁 佩,杨 杰,等. 超微经皮肾镜与输尿管软镜治疗肾结石的疗效比较. 现代泌尿外科杂志,2017,22(7):517-521.
- 19 廖国栋,俞蔚文,章越龙,等. 超微经皮肾镜和输尿管软镜治疗肾下极结石疗效及安全性的对比研究. 中华泌尿外科杂志,2017,38(9):667-670.
- 20 Yanaral F, Ozgor F, Kucuktopcu O, et al. Comparison of flexible ureterorenoscopy and mini percutaneous nephrolithotomy in the management of multiple renal calculi in 10-30 mm size. *Urol J*, 2019,16(4):326-330.
- 21 Mulay A, Satav V, Kandari A, et al. Evaluation of stone volume and its relationship with surgical outcomes in patients with staghorn calculi. *Urol Ann*,2019,11(1):53-57.
- 22 程 跃,谢国海,严泽军,等. 逆行输尿管软镜联合可视微通道经皮肾镜一期治疗鹿角形肾结石的临床分析. 中华泌尿外科杂志,2016,37(2):127-130.
- 23 崔振宇,高彦君,杨文增,等. 可视标准通道联合 F4.8 可视穿刺超微经皮肾镜在肾多发结石中的应用(附 46 例报告). 中国内镜杂志,2017,23(9):99-102.
- (收稿日期:2021-02-23)
- (修回日期:2021-05-17)
- (责任编辑:王惠群)