

DOI: 10.12235/E20210535

文章编号: 1007-1989 (2022) 06-0028-05

论 著

无线超高清腔镜系统在经皮肾镜取石术中的应用*

侯冰冰, 樊松, 赵磊, 王建忠, 杨诚, 梁朝朝, 郝宗耀

[安徽医科大学第一附属医院 泌尿外科 (安徽医科大学泌尿外科研究所), 安徽 合肥 230022]

摘要: 目的 探讨无线超高清腔镜系统应用于经皮肾镜取石术 (PCNL) 的有效性、安全性和便利性。**方法** 选取 2021 年 5 月—2021 年 7 月安徽医科大学第一附属医院收治的肾结石患者 74 例, 分为有线腔镜组 ($n = 38$, 使用传统有线腔镜系统进行 PCNL) 和无线腔镜组 ($n = 36$, 使用无线超高清腔镜系统进行 PCNL)。患者年龄 18~70 岁, 肾结石最大长径 20~40 mm, 肾功能正常。比较两组患者手术有效性、安全性和操作便利性的差异。**结果** 两组患者均顺利完成手术, 两组患者手术时间、血红蛋白下降值、并发症发生率、术后住院时间和一期结石清除率分别为 (44.45 ± 12.04) 和 (43.78 ± 10.11) min ($P = 0.797$)、(10.05 ± 3.45) 和 (9.78 ± 4.24) g/L ($P = 0.760$)、47.4% 和 52.8% ($P = 0.642$)、(5.32 ± 1.25) 和 (5.19 ± 1.04) d ($P = 0.652$)、89.5% 和 91.7% ($P = 0.747$), 两组患者比较, 差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。**结论** 无线超高清腔镜系统用于 PCNL 安全有效。相较传统有线腔镜系统, 其没有光源线和摄像头电缆线的限制, 操作上更加便利, 值得在 PCNL 中推广应用。

关键词: 无线; 腔镜系统; 经皮肾镜取石术; 微创; 肾结石

中图分类号: R692.4

Application of a wireless ultra-high-definition endoscopic system in percutaneous nephrolithotomy*

Bing-bing Hou, Song Fan, Lei Zhao, Jian-zhong Wang, Cheng Yang, Chao-zhao Liang, Zong-yao Hao
(Department of Urology (Urology Institute of Anhui Medical University), the First Affiliated Hospital of Anhui Medical University, Hefei, Anhui 230022, China)

Abstract: Objective To discuss the effectiveness, safety and convenience of the wireless ultra-high-definition endoscopic system in percutaneous nephrolithotomy (PCNL). **Methods** Selected 74 patients with kidney stone from May to July 2021, they were divided into two groups: linear endoscope group ($n = 38$, PCNL using traditional linear endoscope system) and non-linear endoscope group ($n = 36$, PCNL using wireless UHD endoscope system). The inclusion criteria were 18~70 years old, 20~40 mm kidney stones, and normal renal function. Compare the effectiveness and safety of the operation, and evaluate the difference in operation convenience between the two groups. **Results** All PCNL was successfully completed. The operation time, hemoglobin drop, complication rates, the postoperative hospital stay and the stone clearance rate of the two groups were (44.45 ± 12.04) and (43.78 ± 10.11) min ($P = 0.797$), (10.05 ± 3.45) and (9.78 ± 4.24) g/L ($P = 0.760$), 47.4% and 52.8% ($P = 0.642$), (5.32 ± 1.25) and (5.19 ± 1.04) d ($P = 0.652$), 89.5% and 91.7% ($P = 0.747$), the differences were not statistically significant. **Conclusion** The wireless ultra-high-definition endoscopic system was safe and effective when used in

收稿日期: 2021-09-02

* 基金项目: 国家自然科学基金面上项目 (No: 82070724); 安徽省自然科学基金面上项目 (No: 1908085MH246); 安徽高校协同创新项目 (No: GXXT-2019-014); 安徽省转化医学研究院科研基金 2020 年省转化医学研究重大项目 (No: ZHYX2020A003)

[通信作者] 郝宗耀, E-mail: haozongyao@163.com

PCNL. Compared with the traditional endoscopic system, it has no restrictions on the light source line and camera cable line, and more convenient in operation. It is worthy of popularization and application in PCNL.

Keywords: wireless; endoscopic system; percutaneous nephrolithotomy; minimally invasive; kidney stone

泌尿系结石是泌尿外科的常见病,在泌尿外科住院患者中居首位。我国泌尿系结石发病率为6.06%。其中,男性为6.85%,女性为5.25%,是世界上三大结石高发区之一^[1]。随着医疗水平的提高及腔镜技术的进步,经皮肾镜取石术(percutaneous nephrolithotomy, PCNL)已成为治疗 ≥ 2.0 cm肾结石、完全性和不完全性鹿角结石、有症状肾盏或憩室内结石以及体外冲击波难以粉碎的结石的主要手段^[2-5]。

目前,传统腔镜系统有摄像头和冷光源等连接线,存在限制镜体移动、妨碍术中操作、潜在污染手术区和引发安全事故等不足^[6]。本团队前期研发了一种无线超高清腔镜系统,将传统腔镜摄像电缆线和冷光源线进行集成,并实现了超低延迟无线传输到超高清监视器,具有超高清显像、无线连接、体积小、成本低、易便携和高速无线传输等优势^[7]。本研究将无线超高清腔镜系统应用于PCNL,通过与传统有线腔镜系统行PCNL进行比较,评估应用无线超高清腔镜系统手术的有效性、安全性和便利性。现报道

如下:

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取安徽医科大学第一附属医院2021年5月—2021年7月收治的肾结石患者74例,随机分为有线腔镜组($n=38$,使用传统有线腔镜系统行PCNL)和无线腔镜组($n=36$,使用无线超高清腔镜系统行PCNL)。患者年龄18~70岁,肾结石最大长径20~40 mm,经超声、腹部正位片或CT等检查确诊。两组患者一般资料比较,差异无统计学意义($P>0.05$),具有可比性。见表1。

纳入标准:肾功能正常,无解剖结构异常。排除标准:①严重泌尿系感染者;②存在解剖结构异常或畸形者;③合并泌尿系统恶性肿瘤;④体重指数 ≥ 40 kg/m²;⑤有严重的心肺功能异常及凝血功能障碍,不能耐受手术者。本研究通过安徽医科大学第一附属医院伦理委员会审批,患者均知情同意。

表1 两组患者一般资料比较

Table 1 Comparison of general data between the two groups

| 组别 | 年龄/岁 | 性别 例(%) | | 结石侧别 例(%) | | 结石长径/mm | 结石表面积/mm ² |
|-----------------|-------------------|--------------------|------------|--------------------|----------|------------------|-----------------------|
| | | 男 | 女 | 左侧 | 右侧 | | |
| 有线腔镜组($n=38$) | 51.87 \pm 12.86 | 29(76.3) | 9(23.7) | 17(44.7) | 21(55.3) | 30.03 \pm 5.18 | 964.39 \pm 185.48 |
| 无线腔镜组($n=36$) | 53.42 \pm 13.04 | 26(72.2) | 10(27.8) | 19(52.8) | 17(47.2) | 30.36 \pm 4.95 | 960.72 \pm 186.39 |
| $t/\chi^2/Z$ 值 | 0.51 | 0.16 ¹⁾ | | 0.48 ¹⁾ | | 0.28 | 0.09 |
| P 值 | 0.609 | 0.687 | | 0.489 | | 0.697 | 0.933 |
| 组别 | S.T.O.N.E评分/分 | 尿培养阳性 例(%) | 肾积水程度 例(%) | | | | |
| | | | 无 | 轻度 | 中度 | 重度 | |
| 有线腔镜组($n=38$) | 7.21 \pm 1.38 | 7(18.4) | 5(13.2) | 15(39.5) | 13(34.2) | 5(13.2) | |
| 无线腔镜组($n=36$) | 7.11 \pm 1.33 | 8(22.2) | 7(19.4) | 11(30.6) | 15(41.7) | 3(8.3) | |
| $t/\chi^2/Z$ 值 | 0.32 | 0.17 ¹⁾ | | 0.29 ²⁾ | | | |
| P 值 | 0.753 | 0.684 | | 0.775 | | | |

注:1)为 χ^2 值;2)为 Z 值

1.2 无线超高清内镜系统简介

无线超高清内镜系统是将常规内镜摄像头电缆线和冷光源线做集成化处理（图 1），以超低延迟将图像传输到超高清显示器，并且能与不同品牌的国产和进口输尿管镜以及肾镜镜头兼容。系统使用新型微型固态冷光源技术，实现无光源线直接导入内镜，同时将摄像头电缆线去除，以私有无线射频传输协议方式实现延迟少于 130 ms、最高分辨率至 4k 的图像传输。摄像头和光源无需连接交流电源，以系统自带电池供电。系统总体重量仅 120 g，且符合人体工程学，握感好^[7]。

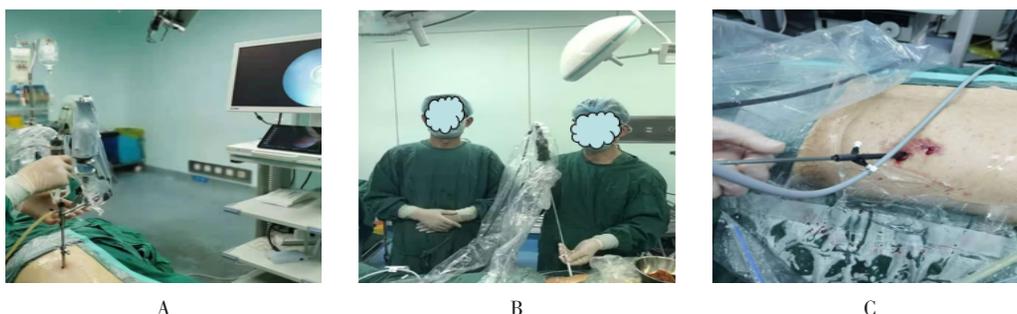
1.3 操作步骤

使用无线超高清内镜系统（图 2A）和传统有线内镜系统（图 2B 和 C）行 PCNL。手术均由同一术者完成。患者全身麻醉后取截石位，常规消毒铺巾，输尿管镜或肾镜连接传统内镜系统（STORZ，德国）的光源线和带线摄像头，或连接无线超高清内镜系统，手术侧经尿道逆行置入 F5 输尿管导管，保留导尿后



图 1 无线超高清内镜系统的无线冷光源镜和摄像头
Fig.1 Wireless cold light source mirror and camera for wireless ultra-high-definition endoscopic system

固定输尿管导管。改俯卧位，注入生理盐水建立人工肾积水，穿刺点选择在十二肋下至十肋间腋后线、肩胛下线区域，超声引导下使用 18G 穿刺针完成经皮肾穿刺，根据结石大小建立合适大小的经皮肾通道（F20~F22），经皮肾镜寻及结石，F20 通道采用 550 μm 光纤的软激光（科医人医疗激光公司，美国），F22 通道采用 EMS 碎石清石系统（EMS 公司，瑞士），将结石击碎，冲出结石，检查无结石残留后，留置 F6 双 J 管和相应尺寸肾造瘘管。



A: 使用无线超高清内镜系统进行 PCNL，无连接线经过手术区域；B: 使用传统有线内镜系统进行 PCNL，光源线和摄像头线牵扯镜体；C: 有线内镜系统的连接线经过手术区域，缠绕剥皮鞘

图 2 无线超高清内镜系统和传统有线内镜系统应用于 PCNL

Fig.2 The wireless ultra-high-definition and traditional wired endoscopic system applied in PCNL

1.4 观察指标

比较两组患者手术时间、血红蛋白下降值、Clavien-Dindo 并发症分级、一期结石清除率和术后住院时间的差异。结石长径：单发结石的最大径，多发结石的累积最大径之和。手术时间：开始进行肾穿刺至留置肾造瘘管所需的时间。一期结石清除：术后 1 个月内结石未经二次外科处理，腹部正位片、超声或（和）CT 检查确认没有残石，或存在 ≤ 4 mm 无症状和梗阻的残石碎片；并发症采用 Clavien-Dindo 分级

系统进行评估；肾结石情况使用 S.T.O.N.E 评分系统进行评价。

1.5 术后随访

所有患者随访至术后 1 个月拔双 J 管。

1.6 统计学方法

选用 SPSS 23.0 统计软件进行数据分析。计量资料以均数 \pm 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示，组间比较行 t 检验；等级资料行秩和检验；计数资料以例 (%) 表示，组间比较行 χ^2 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学

意义。

2 结果

所有患者均顺利完成PCNL。两组患者手术时间、

血红蛋白下降值、Clavien-Dindo并发症分级、术后住院时间和一期结石清除率比较,差异均无统计学意义($P>0.05$)。无输血和肺动脉栓塞发生。见表2。

表2 两组患者手术相关指标比较

Table 2 Comparison of operation related indexes between the two groups

| 组别 | 一期结石清除率 例(%) | 手术时间/min | 通道大小 例(%) | | 血红蛋白下降值/ (g/L) |
|-----------------|-----------------|-------------------|-----------|----------|-------------------|
| | | | F20 | F22 | |
| 有线腔镜组($n=38$) | 34(89.5) | 44.45±12.04 | 29(76.3) | 9(23.7) | 10.05±3.45 |
| 无线腔镜组($n=36$) | 33(91.7) | 43.78±10.11 | 25(69.4) | 11(30.6) | 9.78±4.24 |
| t/χ^2 值 | 0.10 | 0.26 [†] | 0.44 | | 0.31 [†] |
| P 值 | 0.747 | 0.797 | 0.506 | | 0.760 |

| 组别 | 术后住院时间/d | Clavien-Dindo分级 例(%) | | | 发热($\geq 38^\circ\text{C}$) 例(%) |
|-----------------|-------------------|----------------------|--------|----------|------------------------------------|
| | | I级 | II级 | 总计 | |
| 有线腔镜组($n=38$) | 5.32±1.25 | 16(42.1) | 2(5.3) | 18(47.4) | 2(5.3) |
| 无线腔镜组($n=36$) | 5.19±1.04 | 18(50.0) | 1(2.8) | 19(52.8) | 3(8.3) |
| t/χ^2 值 | 0.45 [†] | 0.22 | | | 0.16 |
| P 值 | 0.652 | 0.642 | | | 0.689 |

注:†为 t 值

3 讨论

随着内镜技术和图像显示技术的提高,泌尿腔镜手术逐渐发展成熟,PCNL技术已普及至各大医院,甚至县市级医院。PCNL术中有各种带连接线(冷光源线、摄像头光缆线、超声线、水泵导管、光纤和气压弹道线等)的设备,限制了设备的摆放位置,造成手术室拥挤;连接线在手术区域经过,并可互相缠绕,给PCNL带来各种不便,甚至引起手术意外。近年来,随着5G和4k高清技术的发展,无线智能设备开始应用于外科手术^[8-9]。最近,本研究团队开发了一种无线超高清腔镜系统,并将其应用于腹腔镜模拟系统中,结果显示:和传统国产有线高清腹腔镜手术系统相比,无线超高清腔镜系统的图像清晰度更高,且无延迟^[7],本组手术中采用钬激光或者EMS两种碎石工具,手术全程中,影像系统的图像清晰、稳定,无图像抖动、杂波等干扰。

本研究探讨无线超高清腔镜系统在PCNL中应用的安全性及有效性,通过将其和传统有线腔镜系统进行比较,结果显示:两组患者在手术时间、血红蛋白

下降值、Clavien-Dindo并发症分级、术后住院时间和一期结石清除率方面无明显差异,证实:无线超高清腔镜系统应用于PCNL中,可以达到和传统有线腔镜系统一样的有效性和安全性。相对于传统有线腔镜系统,无线超高清腔镜系统没有光源线和摄像头线的干扰,便利性和操作舒适性更佳。

无线超高清腔镜系统可减少PCNL中经皮肾通道丢失的风险。PCNL术中显示器需放置于手术者对侧,传统腔镜系统的光源线和摄像头电缆线不可避免地需要经过手术区域,连接线可能会缠绕或者紧贴剥皮鞘及金属鞘的末端,清除、寻找结石时需反复进出镜体和变换镜体角度,无意中可能会带出剥皮鞘,这势必会分散术者的注意力,增加通道丢失的风险。而且,连接线经过手术区域亦会增加潜在的手术切口感染风险。

无线超高清腔镜系统有利于缩短镜体准备时间和消除设备摆放位置限制。PCNL术中各种连接线限制了镜体和显示器的放置范围。术中转换体位时,不仅需反复拆卸和连接镜体的连接线,而且还需关注镜体

及连接线的潜在污染风险^[10], 这些不便在进行双侧 PCNL 时更为明显。无线超高清腔镜系统无需反复连接、固定光源线和摄像头光缆, 术中转换体位时可放置于手术台面的随意位置, 节省了术前和术中的镜体准备时间, 尤其对于双侧 PCNL 的一期手术来说, 更为便利。

无线超高清腔镜系统可减轻 PCNL 术者的疲劳感。PCNL 中碎石过程漫长, 术者需长时间以固定姿势去持镜, 而且寻石过程中有线腔镜限制镜体摆动范围, 牵扯镜体则增加术者负重, 这些都会加速术者疲劳。无线腔镜系统采用轻量化设计, 没有光源线和摄像头电缆线的存在, 会减轻手持镜体的重量, 总重量仅有 120 g, 具有手持轻便和移动方便的优点, 有利于减轻术者疲劳。

综上所述, 无线超高清腔镜系统应用于 PCNL 中安全有效, 能达到与传统有线腔镜系统相似的效果, 不会增加手术风险, 且术中移动方便, 提高了手术效率, 减轻术者疲劳感, 降低潜在经皮肾通道丢失的风险, 值得进一步在 PCNL 中推广应用。

参 考 文 献 :

- [1] 曾国华, 麦赞林, 夏术阶, 等. 中国成年人群尿石症患病率横断面调查[J]. 中华泌尿外科杂志, 2015, 36(7): 528-532.
- [2] ZENG G H, MAI Z L, XIA S J, et al. A cross-sectional survey of urolithiasis prevalence in China[J]. Chinese Journal of Urology, 2015, 36(7): 528-532. Chinese
- [3] TZELVES L, TÜRK C, SKOLARIKOS A. European association of urology urolithiasis guidelines: where are we going[J]. Eur Urol Focus, 2020, 7(1): 34-38.
- [4] 徐明彬, 黎承杨, 程继文, 等. 超微与微创经皮肾镜处理 1.5 ~ 2.5 cm 肾结石的疗效比较[J]. 中华腔镜泌尿外科杂志: 电子版, 2020, 14(1): 31-35.
- [5] XU M B, LI C Y, CHENG J W, et al. Comparison of super-mini percutaneous nephrolithotomy and minimally invasive percutaneous nephrolithotomy in the treatment of kidney stones

between 1.5 cm and 2.5 cm[J]. Chinese Journal of Endourology: Electronic Edition, 2020, 14(1): 31-35. Chinese

- [4] 王超, 吴长富, 罗玉红, 等. 可视穿刺经皮肾镜治疗肾盏憩室结石的临床研究[J]. 中国内镜杂志, 2020, 26(4): 78-81.
- [4] WANG C, WU C F, LUO Y H, et al. Clinical study of visual puncture percutaneous nephroscopy in the treatment of calculus diverticula[J]. China Journal of Endoscopy, 2020, 26(4): 78-81. Chinese
- [5] 龙大治, 熊思清, 傅恩君, 等. 局部麻醉下无管化微创经皮肾镜取石术的疗效评价[J]. 中国内镜杂志, 2020, 26(7): 58-62.
- [5] LONG D Z, XIONG S Q, FU E J, et al. Evaluation of tubeless mini-percutaneous nephrolithotomy under local anesthesia[J]. China Journal of Endoscopy, 2020, 26(7): 58-62. Chinese
- [6] CHEN C H, CHANG H, LIU T P, et al. Application of wireless electrical non-fiberoptic endoscope: potential benefit and limitation in endoscopic surgery[J]. Int J Surg, 2015, 19: 6-10.
- [7] 梁朝朝, 郝宗耀, 杨诚, 等. 一种无线超高清腔镜系统在泌尿外科的研发与应用[J]. 中华腔镜泌尿外科杂志: 电子版, 2021, 15(3): 182-186.
- [7] LIANG C Z, HAO Z Y, YANG C, et al. Development and application of a wireless ultra-high-definition endoscopic system in urology[J]. Chinese Journal of Endourology: Electronic Edition, 2021, 15(3): 182-186. Chinese
- [8] RAYYAN M M, HUSSIAN A N M, SAYED N M, et al. Comparison of four cordless gingival displacement systems: a clinical study[J]. J Prosthet Dent, 2019, 121(2): 265-270.
- [9] KIM F J, SEHRT D, MOLINA W R, et al. Clinical use of a cordless laparoscopic ultrasonic device[J]. JSLS, 2014, 18(3): e2014.001153.
- [10] GJERAA K, SPANAGER L, KONGE L, et al. Non-technical skills in minimally invasive surgery teams: a systematic review[J]. Surg Endosc, 2016, 30(12): 5185-5199.

(彭薇 编辑)

本文引用格式:

侯冰冰, 樊松, 赵磊, 等. 无线超高清腔镜系统在经皮肾镜取石术中的应用[J]. 中国内镜杂志, 2022, 28(6): 28-32.
HOU B B, FAN S, ZHAO L, et al. Application of a wireless ultra-high-definition endoscopic system in percutaneous nephrolithotomy[J]. China Journal of Endoscopy, 2022, 28(6): 28-32. Chinese