

机器人辅助腹腔镜手术治疗肾结石及危险因素的研究进展

刘慧荣, 王细生

(广东医科大学深圳龙华临床医学院·深圳市龙华区人民医院 广东 深圳 518100)

摘要 随着机器人手术系统的发展, 机器人辅助腹腔镜手术在肾结石患者中得到了广泛应用, 并取得了满意的治疗效果。尤其是治疗难度较大的复杂性肾结石, 机器人辅助腹腔镜手术疗效确切, 有效减少了并发症, 降低了手术出血风险。现将肾结石危险因素及机器人辅助腹腔镜手术治疗肾结石的研究进展报道如下。

关键词 机器人辅助手术; 腹腔镜; 肾结石; 危险因素

中图分类号 R692.4 **文献标识码** A **文章编号** 2096-7721 (2024) 03-0495-04

Research progress on risk factors and robot-assisted laparoscopic surgery for kidney stones

LIU Huirong, WANG Xisheng

(Shenzhen Longhua Clinical Medical College of Guangdong Medical University / The People's Hospital of Longhua, Shenzhen Shenzhen 518100, China)

Abstract With the development of robotic surgical system, robot-assisted laparoscopic surgery has been widely used in patients with kidney stones, and has achieved satisfactory results. Especially in the treatment of complex kidney stones, robot-assisted laparoscopic surgery could effectively reduce complications and the risk of surgical bleeding. The risk factors of kidney stones and the research progress of robot-assisted laparoscopic surgery are reported as follows.

Key words Robot-assisted Surgery; Laparoscop; Kidney Stones; Risk Factors

肾结石属于临床多发病, 作为慢性代谢性疾病, 其发病率呈逐年上升趋势。肾结石多见于中老年男性患者, 临床主要表现为血尿、尿路感染、尿路梗阻等, 严重影响着人们的身体健康。该病的复发率较高, 性质多为草酸钙结石。关于该病发生的具体机制现阶段不明确, 可能与多种

因素有关联, 如饮食因素, 并发症, 遗传因素等。作为慢性代谢性疾病, 探讨肾结石的危险因素对于其早期识别和预防疾病具有重要意义^[1-2]。针对该疾病, 目前临床以手术治疗为主, 主要的手术方式包括输尿管软镜碎石取石术、经皮肾镜碎石取石术、双镜联合碎石取石术等^[3-4]。

收稿日期: 2024-03-06 录用日期: 2024-04-25

Received Date: 2024-03-06 Accepted Date: 2024-04-25

基金项目: 广东省自然科学基金 (2021A1515012488)

Foundation Item: Natural Science Foundation of Guangdong Province(2021A1515012488)

通讯作者: 王细生, Email: 18923877315@163.com

Corresponding Author: WANG Xisheng, Email: 18923877315@163.com

引用格式: 刘慧荣, 王细生. 机器人辅助腹腔镜手术治疗肾结石及危险因素的研究进展 [J]. 机器人外科学杂志 (中英文), 2024, 5(3): 495-498.

Citation: LIU H R, WANG X S. Research progress on risk factors and robot-assisted laparoscopic surgery for kidney stones [J]. Chinese Journal of Robotic Surgery, 2024, 5(3): 495-498.

如今手术机器人发展迅速，机器人辅助腹腔镜手术在肾结石治疗中得到了应用，现就近年来关于肾结石危险因素及机器人辅助腹腔镜手术治疗肾结石的进展进行综述。

1 肾结石的危险因素

1.1 并发症 肾结石患者多合并多种基础疾病，这些并发症都与肾结石发病率密切相关。①高血压：有研究表明，高血压合并高尿酸血症患者存在钙代谢异常和尿枸橼酸盐排泄量低的状况，这可能与肾结石的形成有关^[5]。②肥胖：研究表明肥胖是草酸钙肾结石发生的相关危险因素之一，肥胖人群中大多存在血糖、血脂异常^[6]，其次肥胖（BMI ≥ 28 kg/m²）与尿钠、尿酸、草酸的增加以及pH值的下降有关，这些都可能导致疾病的发生；此外，相关研究在健康体检人群中发现，结石组中高甘油三酯血症人群所占比更高，其低密度脂蛋白胆固醇水平相对高，多因素分析结果显示血清甘油三酯浓度升高是肾结石发生的危险因素，血清甘油三酯浓度升高比该指标正常的患者形成肾结石的风险高1.16倍^[7]。③糖尿病：有研究表明^[8]糖尿病也是影响肾结石发生的因素之一，胰岛素抵抗和脂代谢紊乱在肾结石疾病的发生过程中扮演着重要角色，胰岛素抵抗可影响尿pH值，改变钙、磷、草酸排泄，而且代谢异常可能会加速其发病进程。④其他：炎症性肠病可引发肠源性高草酸尿症，进而增加草酸钙结石风险。

1.2 饮食因素 不合理的饮食结构和生活方式是肾结石形成的重要因素之一，可造成身体代谢紊乱，引发高草酸尿症、高尿酸尿症等。①高动物蛋白：高动物蛋白摄入可增加尿钙、草酸盐、尿酸盐的排泄，相关研究^[9]探讨了动物蛋白与植物蛋白对尿液成分与结石形成的影响，结果显示动物蛋白引起尿钙、尿酸和尿镁排泄增加，植物蛋白可引起尿钠排泄降低，不同来源蛋白质对常见结石成分过饱和度没有明显影响。②高钠：钠摄入量增加会引发尿钙的排泄增加，降低尿pH值，导致肾结石形成。有调查显示市售桶装水、井水、食用豆腐、重口

味饮食习惯是肾结石形成的危险因素，该研究的重口味饮食主要是高钠饮食，而且大豆食品中含有大量钠^[10]。③高糖：糖的摄入可提高尿钙排泄，相关研究显示结石的发病率随着高糖饮食的摄入频率增加而增加^[11]。④其他：高脂食物、饮酒也会引起草酸盐的吸收增加以及尿代谢物的增加，目前也有相关研究表明结石发生的饮食因素包括高脂食物和饮酒^[12]。

1.3 遗传因素 遗传因素如原发性高草酸尿症、胱氨酸尿症、AGXT基因、CLDN16基因等也会诱发肾结石，遗传性肾结石患者一般发病早，且病情复杂，泌尿系结石患儿的结石化学成分主要是草酸钙类结石^[13]。有学者通过分析2例遗传性肾结石患者的病史及基因检测结果发现，男性患者CLDN16基因突变，父母检测到相同的杂合突变基因，确诊为家族性低镁血症伴高钙尿症以及肾钙质沉着症，女性患者有肾结石家族史，检测资料显示AGXT基因复合杂合变异^[14]。有调查显示尿路结石患者中男性的患病率显著比女性高，家族史是尿路结石形成的高风险因素^[15]。

1.4 微生物 近年来，有研究发现微生物也会影响肾结石的形成，纳米细菌在细胞培养中较常见，其引起肾结石的机制可能与肾钙化斑块有密切关系。实验研究发现纳米细菌诱导脂质过氧化反应，损伤肾小管上皮细胞HK-2^[16]。肠道细菌产甲酸草酸杆菌可减少肠源性草酸吸收，降低尿草酸水平，产甲酸草酸杆菌的降低可增加结石的形成风险。有研究显示给予大鼠产甲酸草酸杆菌可有效减少尿草酸排泄，预防肾脏草酸钙结晶形成^[17]。肠道微生态是影响肾结石发生的重要因素之一，肠道菌群紊乱会增加结石的发生风险。

2 机器人辅助手术在肾结石中的应用

机器人手术系统现已广泛应用于泌尿外科、胃肠外科、妇产科及乳腺外科等。达芬奇手术机器人由床旁机械臂、控制台以及视频系统构成，既可提供三维立体手术视野，使得术中操作灵活，避免开放性手术，又降低了术中出血量和术后出血风险，缩短患者住院时间，改善疾病预后，以达到手术微创的目的^[18-19]。机器

人辅助手术推动了微创手术的技术化和智能化，其在泌尿外科手术中的应用最为广泛，如肾癌手术、前列腺癌根治术、肾盂成形术及肾上腺切除术等，拓宽了多种手术的适应证，推动了手术的精细化和可视化发展^[20-21]。

外科手术是治疗肾结石的重要手段，不同手术方式如体外冲击波碎石术、输尿管镜碎石术、经皮肾取石术、腹腔镜取石术等各有优劣。肾结石患者的微创手术方式需结合患者机体状态及肾结石的大小、数量、位置等，机器人辅助腹腔镜手术与传统腹腔镜手术在手术适应证方面无明显差别，其手术适应证包括：①体外冲击波碎石术或内镜手术失败的肾结石；②需同时处理肾结石和输尿管或肾盂输尿管连接部狭窄；③某些复杂结石，如过大孤立性结石，多发肾盏结石，感染性结石。

机器人辅助腹腔镜手术可避免术后结石残留，明显提高手术疗效。相关研究探讨了经腹机器人辅助腹腔镜肾盂切开取石术的有效性，结果显示该手术初次结石取净率较高，与开放性肾盂切开取石术相比，其平均手术时间、术后下床时间及住院时间均明显减少^[22]。国外学者探讨了机器人辅助肾盂切开取石术的可行性和有效性，结果显示73%的复杂肾结石患者已完全清除结石，术中无中转开放，术中出血量较少，手术安全、有效^[23]。谢汉平等研究报道了肾盂输尿管连接处狭窄合并继发性肾结石的手术案例，结果表明机器人辅助腹腔镜下肾盂输尿管成形术及肾盂取石术后患者恢复良好，有效避免了结石残留，术后无并发症发生，临床效果可观^[24]。刘强照等人的研究也表明了机器人辅助下同期治疗肾盂输尿管连接处狭窄合并继发性肾结石术中无明显出血，无需二期处理肾结石，术后未见明显并发症发生^[25]。针对胱氨酸结石的治疗，国外学者采用了机器人辅助腹腔镜肾盂切开取石术，结果表明手术结石清除率较高，术中出血量较少，且该手术方案也可以用于儿科病例^[26]。

临床常规处理复杂肾结石较为困难，而且经皮肾镜取石术存在出血量多、胸膜损伤等情况^[27]。有学者探讨了机器人辅助腹腔镜联合膀胱软镜同期进行肾结石治疗的安全性，所有肾

盂输尿管连接部狭窄合并肾结石患者手术成功，无中转开放，肾盂积液明显减轻，无并发症发生^[28]。但和肾盂内切开术相比，该手术步骤复杂，会加重对患者腹腔脏器的干扰，有泌尿系感染风险。机器人辅助双镜联合手术的技术重点在于：①操作体位的设置需避免机械臂碰撞与挤压；②术中需优化器械设置；③处理结石前肾盂的切口宜小；④助手需关注腹内液体情况，取石需抓牢，减少取石器械对组织的损伤。机器人辅助双镜手术视野范围广，能清晰确定梗阻原因及肾盂最低点位置，保证血运，能将结石最大化清除，减少器械对组织的副损伤。

随着微创技术的发展和“无瘢痕”理念的倡导，单孔腹腔镜手术作为国际前沿微创手术可满足患者美容需求，早在2005年单孔腹腔镜手术已应用于微创泌尿外科手术中，但其学习曲线长、需要助手高度配合，而且存在器械活动度受限等情况^[29-30]。倪康欣等人^[31]探究了机器人辅助单孔腹腔镜肾盂切开取石术的临床效果，结果表明4例患者术中均未改开放手术和输血，结石均得到完全清除。随访期间患者并未出现结石复发和相关并发症。该手术的难点是明确切口位置及大小，而且手术系统各机械臂间的距离较近，术中为避免器械碰撞需助手随时调整器械角度以及距离。机器人辅助单孔腹腔镜手术在泌尿外科手术得到了应用，但依旧存在助手操作空间有限这一状况，其工程技术的局限性有待于进一步改善^[32-33]。

3 结论

近年来我国肾结石的发病率逐渐升高，给患者的工作和生活带来严重影响，导致其生活质量严重下降。肾结石形成的危险因素涉及并发症、饮食、遗传因素、微生物等。随着手术辅助设备的不断改进，机器人辅助腹腔镜手术在治疗肾结石时优势明显，尤其是复杂性肾结石，其手术疗效确切，减少了并发症发生，降低了手术出血风险，符合微创理念。随着国内手术机器人研发技术的不断推进，更多高质量手术机器人将会越来越多地应用于临床，使更多的患者从中受益。

利益冲突声明: 本文不存在任何利益冲突。

作者贡献声明: ①刘慧荣负责设计论文框架,起草论文;②刘慧荣、王细生均参与该项目具体操作及研究过程的实施,论文修改;③王细生负责拟定写作思路,指导撰写文章并最后定稿。

参考文献

- [1] 杜建辉,蓝建华,兰东,等.肾结石患者术后泌尿系感染与结石复发的影响因素分析[J].国际泌尿系统杂志,2022,42(4):49-54.
- [2] 吴尚君,江伟.基于可视化技术的PCNL对肾结石患者取石效果及肾功能的影响[J].临床泌尿外科杂志,2020,35(12):971-974.
- [3] 夏圻儿,李军,张定国,等.输尿管软镜取石术和经皮肾镜碎石术治疗肾结石临床效果比较[J].中国临床医生杂志,2021,49(7):848-850.
- [4] 唐永玺,王宁,刘慧倩,等.局麻下双镜联合碎石取石术治疗高危复杂性肾结石14例疗效分析[J].中国微创外科杂志,2022,22(4):323-327.
- [5] 王俊伟,苏悦,聂秀玲,等.原发性高血压患者血压变异性与高尿酸血症的关系[J].天津医药,2022,50(12):1297-1302.
- [6] 武佰锁,卢永顺,张静琦,等.豫北地区草酸钙肾结石的临床特征相关性分析[J].微创泌尿外科杂志,2021,10(3):180-183.
- [7] 李博,周亮,金熙,等.肾结石与血脂浓度的相关性[J].现代泌尿外科杂志,2022,27(1):35-38,74.
- [8] 徐钱,刘先良,朱慧.肾结石患者血清中Klotho, VDR的表达水平及其临床意义[J].国际泌尿系统杂志,2023,43(3):480-484.
- [9] 黄涛,张炜晨,周悦玲,等.饮食中不同来源蛋白质对无尿路结石的健康成人24h尿液成分及过饱和度的影响[J].临床肾脏病杂志,2023,23(1):18-23.
- [10] 雷代在,赖薇,梁东旭,等.广西恭城县肾结石的影响因素分析[J].广西医科大学学报,2021,38(12):2363-2366.
- [11] 彭玉平,刘璐.海南省泌尿系统结石形成与膳食因素的相关性分析[J].国际泌尿系统杂志,2019,39(4):627-629.
- [12] 梁健鹏,张天禹,杨芳,等.1843例泌尿系结石患者结石成分分析[J].重庆医学,2019,48(4):630-633.
- [13] 刘月月,刘莉,涂磊,等.湖南地区儿童泌尿系结石成分及结石形成的影响因素分析[J].国际泌尿系统杂志,2020,40(5):792-795.
- [14] 邓海月,张琰琴,丁洁,等.幼年起病,青年期进展至终末期肾病的遗传性肾结石2例[J].肾脏病与透析肾移植杂志,2019,28(6):521-525.
- [15] 李铁,刘平,刘迪.定州市及周边地区尿路结石形成高风险因素分析[J].解放军预防医学杂志,2020,38(8):64-66.
- [16] 杨恒,郑丽英,钱彪,等.脂质过氧化反应在纳米细菌损伤肾小管上皮细胞过程中的作用[J].现代泌尿外科杂志,2022,27(8):691-694.
- [17] 张帝,汤晓静,高远,等.产甲酸草酸杆菌预防草酸钙肾结石的作用[J].中华肾脏病杂志,2019,35(4):288-294.
- [18] 汪赛,梁朝朝,周骏,等.达芬奇机器人辅助腹腔镜手术的治疗效果分析(附600例报告)[J].国际泌尿系统杂志,2019,39(3):523-526.
- [19] 黄光彬,李庚,高贺云,等.单孔机器人技术在婴幼儿泌尿系手术中的应用[J].临床外科杂志,2023,31(5):419-422.
- [20] 田桂萍,姜永光.机器人腹腔镜与普通腹腔镜肾部分切除术治疗肾恶性肿瘤围术期结果比较[J].中国医药,2019,14(9):1379-1381.
- [21] 郭航,郝雪梅,艾星,等.达芬奇机器人辅助腹腔镜下前列腺癌根治术42例的麻醉管理特点及经验总结[J].中国医刊,2019,54(6):657-661.
- [22] 武睿毅,孙立安,徐志兵,等.机器人辅助腹腔镜与开放肾盂切开取石治疗直径大于2cm非鹿角形肾结石的对比研究[J].复旦学报(医学版),2019,46(1):79-83.
- [23] Schulster M L, Sidhom D A, Sturgeon K, et al. Outcomes and peri-operative complications of robotic pyelolithotomy[J]. J Robot Surg, 2020, 14(3): 401-407.
- [24] 谢汉平,徐耀鹏,文瀚东,等.机器人联合膀胱软镜治疗肾盂输尿管连接处狭窄合并继发性肾结石一例报告及文献复习[J].中华腔镜泌尿外科杂志:电子版,2020,14(4):249-253.
- [25] 刘强照,张晓峰,马得茸,等.机器人辅助下同期治疗肾盂输尿管连接处狭窄合并继发性肾结石一例报道[J].机器人外科学杂志(中英文),2022,3(3):207-211.
- [26] Meggiato L, Cattaneo F, Zattoni F, et al. Complex cystine kidney stones treated with combined robot-assisted laparoscopic pyelolithotomy and intraoperative renoscopy[J]. SAGE Publications Sage UK: London, England, 2018, 85(2): 76-78.
- [27] 王志伟,黄义,刘振湘,等.经皮肾镜取石术后副肾动脉出血二例报告[J].中华泌尿外科杂志,2019,40(5):393-394.
- [28] 李学超,杨涛,凡航,等.机器人辅助腹腔镜联合膀胱软镜治疗肾盂输尿管连接部梗阻合并肾结石[J].现代泌尿外科杂志,2020,25(10):902-905.
- [29] Yusof M R, Arunasalam A P, Azli M Z S, et al. Laparoscopic single port radical nephrectomy challenges: a case presentation[J]. Cancer Urology, 2021, 17(2): 168-171.
- [30] 孟旭辉,魏勇,沈露明,等.单一术者经脐单孔腹腔镜肾根治性切除术学习曲线分析及疗效分析[J].临床泌尿外科杂志,2022,37(1):25-28.
- [31] 倪康欣,虞晨昊,陈艺成.经腹膜外机器人辅助单孔腹腔镜肾盂切开取石术4例报告[J].中国微创外科杂志,2023,23(3):237-240.
- [32] Spinoit A F, Moreels N, Raes A, et al. Single-setting robot-assisted kidney transplantation consecutive to single-port laparoscopic nephrectomy in a child and robot-assisted living-related donor nephrectomy: initial Ghent experience[J]. Journal of pediatric urology, 2019, 15(5): 578-579.
- [33] Franco G, Giovannalberto P, Nazareno S, et al. Robotic laparoendoscopic single-site radical prostatectomy (R-LESS-RP) with DaVinci single-site platform. Concept and evolution of the technique following an IDEAL phase 1[J]. Journal of Robotic Surgery, 2018, 13(2): 215-226.

编辑:魏小艳