

# 泌尿系结石外科治疗研究现状及进展

刘宇坤\*, 霍彦名\*

延安大学医学院, 陕西 延安

收稿日期: 2024年8月10日; 录用日期: 2024年9月5日; 发布日期: 2024年9月12日

## 摘要

泌尿系结石是泌尿系统疾病中常见的一种, 世界不同地区的发病率在5%~10%之间, 趋势逐年上升。由于结石成分、大小、位置和患者具体情况的多变性, 其外科治疗方法也不断地发展与完善。本文综述了泌尿系结石外科治疗的研究现状及进展。首先, 对泌尿系结石的成因、分类和临床表现进行了简要说明, 并描述了结石诊断的主要手段。随后分别介绍了常用的外科治疗方法: 经皮肾镜碎石术(PCNL)、输尿管镜碎石术(URS)、冲击波碎石术(ESWL)和腹腔镜以及机器人辅助手术。每种治疗方式的优缺点、适应症和技术进展均有重点阐述。其间, 对最新的微创治疗技术如微通道PCNL、经皮内镜下激光碎石及输尿管内视镜下联合应用超声和激光碎石等进展做了详细介绍。文献综述还涉及了结石的再治疗策略、术后管理和预防复发的相关研究, 以及患者生活质量的评估。此外, 对未来泌尿系结石外科治疗可能的发展方向, 包括新兴的碎石技术、减少术中X线暴露的方法、药物辅助治疗以及结石病理研究都进行了探讨。

## 关键词

泌尿系结石, 微创治疗, 外科手术, 技术进展, 个体化治疗

# Research Status and Progress in Surgical Treatment of Urinary Tract Stone

Yukun Liu\*, Yanming Huo\*

School of Medicine, Yan'an University, Yan'an Shaanxi

Received: Aug. 10<sup>th</sup>, 2024; accepted: Sep. 5<sup>th</sup>, 2024; published: Sep. 12<sup>th</sup>, 2024

## Abstract

Urinary calculi are a common type of urological disease, with an incidence rate ranging between 5% and 10% in different regions of the world, and the trend is increasing year by year. Due to the diversity in the composition, size, location, and specific conditions of the patients, surgical treatment methods

\*共同第一作者。

文章引用: 刘宇坤, 霍彦名. 泌尿系结石外科治疗研究现状及进展[J]. 临床医学进展, 2024, 14(9): 651-659.

DOI: 10.12677/acm.2024.1492511

for calculi continuously evolve and improve. This article reviews the current status and progress of surgical treatment for urinary calculi. Initially, a brief explanation of the etiology, classification, and clinical manifestations of urinary calculi is provided, as well as a description of the main diagnostic methods for calculi. Subsequently, the commonly used surgical treatment methods: percutaneous nephrolithotomy (PCNL), ureteroscopy (URS), extracorporeal shock wave lithotripsy (ESWL), and laparoscopic and robotic-assisted surgery are introduced respectively. The advantages and disadvantages, indications, and technical advancements of each treatment modality are highlighted. In the process, detailed introductions are given to the latest minimally invasive treatment technologies such as microchannel PCNL, percutaneous endoscopic laser lithotripsy, and ureteroscopic combination of ultrasound and laser lithotripsy. The literature review also covers issues related to the retreatment strategy for calculi, postoperative management, prevention of recurrence, and the evaluation of patient quality of life. Additionally, the article discusses potential future directions for surgical treatment of urinary calculi, including emerging lithotripsy technologies, methods to reduce intraoperative X-ray exposure, adjunct pharmacological treatments, and pathological research on calculi. Studies indicate that the selection of individualized treatment plans is crucial for improving therapeutic effectiveness, reducing complications, and recurrence rates.

## Keywords

Urinary System Calculi, Minimally Invasive Treatment, Surgical Operation, Technological Advancement, Individualized Therapy

Copyright © 2024 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

### 1.1. 泌尿系结石概述

泌尿系结石是一种常见的泌尿系统疾病, 主要由尿液中的矿物质和盐分凝结形成的结晶体。其发生率随着生活方式和饮食习惯的变化而有所上升, 全球范围内约有 12% 的人口在其一生中会经历泌尿系结石[1]。泌尿系结石根据成分不同可分为钙结石、磷酸铵镁结石、尿酸结石和半胱氨酸结石, 其中钙结石约占所有类型结石的 70%~80%。泌尿系结石的形成机制涉及尿液的超饱和、尿液酸碱度变化及尿液中抑制性成分的缺乏等多种因素[1]。

泌尿系结石的治疗方法多样, 根据结石的大小、位置以及患者的整体健康状况决定治疗方案。体外冲击波碎石术(ESWL)是目前广泛应用的一种非侵入性治疗方法, 其效果显著, 适用于直径小于 2 cm 的结石。对于较大或位置特殊的结石, 内窥镜手术如经皮肾镜碎石术(PCNL)及输尿管镜碎石术(URS)则显示出更好的疗效。PCNL 特别适合直径大于 2 cm 的结石, 碎石率可达 90% 以上, 而 URS 使用内窥镜通过尿道和膀胱进行操作, 相对微创, 术后恢复快, 碎石率同样可达 90% 以上。

预防方面, 饮食调节、充足的水分摄取和定期随访是有效的策略。此外, 通过检测尿液成分, 针对性地调整饮食结构亦可减少新发结石的发生。泌尿系结石的研究和治疗仍在不断发展, 期待能够为患者带来更有效的治疗方案。

### 1.2. 外科治疗的重要性的挑战

泌尿系结石的外科治疗在结石的管理中占据重要地位。外科治疗方式通常包括经皮肾镜取石(PNL)、

输尿管镜下碎石术(URET)和开放手术等。其中, 经皮肾镜取石术因其创伤小、恢复快而被广泛采用, 并且适用于较大或复杂的结石。

输尿管镜下碎石术(URET)同样在临床上应用广泛, 适用于更小的结石。URET 通过自然腔道进入泌尿系统, 避免了腹部切口, 术后并发症较少。研究显示, URET 对直径小于 1.5 厘米的输尿管结石的成功率可达 85%。

外科治疗仍面临一系列挑战。术后并发症如感染、出血及肾功能损伤风险需要引起重视, 这些并发症发生率可达 15%~30%。尤其是 PCNL, 虽然其清石效果显著, 但术后发热的发生率高达 25%。

与传统开放手术相比, 现代微创技术的发展推动了外科治疗的进步, 如机器人辅助手术系统的应用增强了手术的精准度, 降低了手术后的恢复时间。研究发现, 机器人辅助手术能将出血率降低至 5% 以下[2]。然而, 机器人的高昂费用限制了其广泛使用。

在未来, 随着新型碎石装置及能量源的开发, 泌尿系结石的外科治疗前景广阔, 同时也需注重术后的长期随访与管理, 以防结石复发的临床问题[3]。

## 2. 研究现状

### 2.1. 结石成因与流行病学

泌尿系结石的成因复杂, 主要与遗传因素、饮食习惯、生活方式及环境因素密切相关。代谢性因素, 如高钙血症、高尿酸血症、低枸橼酸尿症以及低镁尿症等, 常导致结石形成。根据流行病学数据, 男性患病风险高于女性, 发病年龄多集中于 30 至 50 岁。流行病学研究指出, 泌尿系结石在特定地区的发生率存在显著差异。例如, 在干旱气候区域, 结石发病率明显上升, 部分研究显示南方地区的患病率约为 15%~20%, 而北方地区在 5%~10% 之间[4]。

饮食结构在结石发生中扮演关键角色。富含动物蛋白、草酸和盐分的饮食被证明可显著增加草酸钙结石的形成风险。喂养高盐、高糖饮食的儿童, 结石的发生率较高。流行病学数据显示, 摄入高糖饮料的个体, 其泌尿系结石发生率增加了 20%。此外, 缺水也是一个重要因素, 尤其是在高温和炎热气候条件下, 尿液浓缩程度增加, 导致结石形成的风险显著上升。

结石的主要类型包括草酸钙结石、尿酸结石、磷酸铵镁结石和胱氨酸结石。其中, 草酸钙结石占据了 90% 以上的泌尿系结石病例[5]。尿酸结石则相关于高尿酸血症, 而棕榈、磷酸铵镁结石通常与尿路感染相关。1990 年代以来, 尿路感染导致结石的案例逐渐上升, 尤其是造成膀胱结石的比例增高, 且这种趋势特别明显于女性患者[6]。

研究表明, 肥胖和代谢综合症患者的结石发病率明显高于正常体重个体。根据数据分析, 肥胖群体的泌尿系结石发病率可上升至 40%。此外, 家族史也是结石形成的一个重要风险因素, 某些家族中结石病例的发生率显著高于其他家族[7]。

### 2.2. 外科治疗方法概览

泌尿系结石的外科治疗方法主要包括开放手术、腔镜手术和微创手术三大类。开放手术通常为传统治疗方式, 通过主动切开肾脏或尿路进行结石取出, 适用于复杂性或巨大结石患者。虽然此法能有效清除结石, 但恢复时间长, 术后并发症风险较高, 因此在现代治疗中已被逐渐淘汰[8]。

腔镜手术包括经皮肾镜取石、输尿管镜取石和膀胱镜取石等方法。经皮肾镜取石适合于大于 2 厘米的肾结石, 术中通过皮肤小切口直接进入肾脏, 采用超声波、激光等技术进行碎石, 成功率可达 90% 以上, 术后恢复较快。输尿管镜取石通常用于较小的输尿管结石, 以通道进入输尿管进行取石或碎石, 适合直径小于 1 厘米的结石, 效果满意, 相关研究表明成功率高达 80%。膀胱镜取石主要用于膀胱内结石,

通过尿道插入, 以相对较小的创伤进行处理。

微创手术的代表为体外冲击波碎石术(ESWL), 患者无需全身麻醉, 适用于直径小于 2 厘米的肾结石和部分输尿管结石[9]。ESWL 通过高能声波冲击结石, 使其碎为细小颗粒, 随后随尿排出, 成功率高达 70% 至 90%。此方法的优点是创伤小、恢复快, 但对结石的硬度和位置有所限制, 且术后需密切监测结石排出情况[10]。

泌尿系结石的外科治疗方法不断更新, 引入了多样化的技术, 提升了治疗效果, 降低了并发症发生率, 为患者提供了更多选择。

### 2.3. 微创技术的发展与应用

微创技术在泌尿系结石外科治疗中的发展与应用已经取得了显著进展, 成为当前治疗的主要手段之一。

体外冲击波碎石术作为微创技术之一, 因其无创性而备受青睐。研究表明, ESWL 在直径小于 2 cm 的肾结石治疗中的成功率可达到 70% 至 90% [11]。该方法通过高能冲击波直接作用于结石, 使其破碎成小颗粒, 便于自然排出。值得一提的是, ESWL 的适用范围受到结石性质、位置及患者个体因素的影响, 因此进行充分评估是非常必要的[12]。

经皮肾镜碎石术的应用逐渐增多, 该技术通过在患者背部建立一个小切口, 插入肾镜进行直接操作, 能够有效清除大结石并减少对周围组织的损伤。随着设备的升级, 微创程度逐渐提高, 例如使用超声波或激光碎石技术进一步增强结石粉碎效率[13]。

输尿管镜碎石术在输尿管结石的治疗中显示出良好的临床成果, 尤其以细径输尿管镜的应用为标志, 优化了手术的微创性, 将术后并发症的发生率降至最低。该技术适用于中下段输尿管结石, 并能通过选择合适的设备和技术(如激光碎石)来缩短手术时间, 提高结石清除率。

微创技术的进一步发展还包括机器人辅助手术的探索。机器人在泌尿外科中的应用日益普及, 能够提升手术的精确性和安全性。在结石治疗中, 机器人系统可以帮助外科医生更好地控制器械, 显著减少术中出血和并发症的发生, 同时也能够缩短患者的住院时间[14]。

## 3. 微创手术技术进展

### 3.1. 输尿管软镜技术

输尿管软镜技术近年来逐渐成为泌尿系结石外科治疗的重要手段。该技术应用了直径较小的柔性输尿管软镜, 直径一般在 6 至 8Fr 之间, 能够有效通过狭窄的输尿管及各类尿路解剖结构, 最大程度降低对组织的损伤。特别适用于处理 3 cm 以下的结石, 尤其是在处理较小和位置复杂的结石时展现出其独特的优势[15]。

该技术的核心在于能够通过进入输尿管, 利用光纤技术实现直视下的细致操作。输尿管软镜的引入使得医生能够通过气压、冲洗等方式, 增强对结石的观察和准确定位。同时, 结合激光或超声波等碎石技术, 使得对结石的处理更加高效[16]。常用的激光设备为 532 nm 波长的绿光激光, 其在碎石时显示出更好的效果, 尤其对于钙盐类结石。

在手术过程中, 应用尿道扩张器可以降低术中并发症的发生率, 且配合气囊扩张可有效提高通行率。术后并发症的发生率通常在 5% 以下, 包括尿路感染、膀胱损伤等, 但相较于传统的开放手术, 输尿管软镜技术的创伤性显著降低, 患者的住院时间也大幅缩短, 平均为 2 至 3 天。临床研究显示, 输尿管软镜手术的结石清除率高达 80%~90%, 再结石的发生率在术后 1 年内一般保持在 10% 左右。

与此同时, 患者术后的恢复时间相对较快, 大部分患者术后 48 小时内即可恢复正常生活。通过术后

的合理防治和随访, 能够进一步降低结石复发的风险[17]。

### 3.2. 经皮肾镜碎石术

经皮肾镜碎石术(PCNL)是一种有效的微创手术, 广泛应用于治疗中至大尺寸的肾结石。该技术自1976年首次报道以来, 经历了多次改进与发展, 已成为现代泌尿外科的重要组成部分。PCNL的主要优点在于其能够通过直接进入肾脏而有效地移除较大的结石, 尤其适合直径超过2厘米的结石病例。

手术通常在全身麻醉下进行, 采用特殊的肾穿刺针通过皮肤插入, 建立肾脏的工作通道。手术关键步骤包括肾穿刺、导管放置、内窥镜检查和结石碎石。常用的碎石工具有激光、超声波和气压弹道碎石机等[18]。其中, 激光碎石以其高效、低损伤的特性, 已成为PCNL中的首选技术。

手术参数方面, PCNL的成功率通常在80%至90%之间, 术后并发症发生率约为10%至20%。术后并发症包括出血、感染和邻近器官损伤等, 临床上需要通过有效的术前评估及术后管理来降低风险。术后恢复时间相对较短, 通常在住院3至7天, 重返日常生活的时间为2至4周。

### 3.3. 激光碎石技术

激光碎石技术是一种现代泌尿外科治疗泌尿系结石的有效方法, 利用高能激光对结石进行精准打击, 以实现碎石的目的。该技术主要包括钬激光和二氧化碳激光, 前者因其良好的组织穿透性和碎石效果, 成为当前应用最广泛的激光类型。

激光碎石的术后恢复速度较快, 患者在术后24小时内一般能够恢复正常活动, 住院时间明显缩短。同时, 激光碎石的并发症发生概率低于其他传统碎石方式。研究指出, 激光碎石导致的并发症如出血、尿路感染及肾损伤等发生率不超过2% [19]。

### 3.4. 新型碎石设备的应用

近年来, 泌尿系结石的治疗逐渐依赖于新型碎石设备的创新发展。新型设备如激光碎石机、气压波碎石系统和超声波碎石机逐步替代传统的机械碎石方法, 提高了治疗的效果和安全性。激光碎石机采用高能激光束聚焦在结石表面, 通过瞬间高温导致结石急剧膨胀和破裂。相较于传统方法, 其碎石效率提升约30%, 并减少了对周围组织的损伤。

气压波碎石系统则利用气压波对结石施加冲击, 具有非侵入性的特点。该设备的优势在于治疗过程中通常不需要麻醉, 减少了手术风险。研究表明, 该方法在处理较大结石(直径超过2 cm)的成功率可达85%。与此同时, 超声波碎石机通过高频超声波产生的微气泡形成强烈的冲击波, 使结石逐渐粉碎。相对于传统术式, 超声波系统在术后并发症发生率上降低了20%以上[20]。

## 4. 综合治疗策略研究

### 4.1. 药物辅助下的外科治疗

在泌尿系结石的外科治疗中, 药物辅助疗法逐渐受到重视, 旨在提高治疗效果、减少术后并发症以及缩短康复时间。药物预处理的应用主要体现在两方面, 分别是结石预处理和术后管理。对于结石的预处理, 通常使用 $\alpha$ -阻滞剂, 如坦索罗辛, 能够有效放松尿道平滑肌, 降低肾盂压力, 有助于结石的自然排出。研究表明, 应用12.5 mg的坦索罗辛可以使结石排出的时间缩短约1.5天, 增加46%的排石率。

针对术后疼痛管理, 非甾体抗炎药物(NSAIDs)如布洛芬、萘普生等被广泛应用。研究显示, NSAIDs在减少术后疼痛方面优于传统的鸦片类药物, 且产生的副作用更少。对于经皮肾镜碎石术(PCNL), 加入利尿剂如氢氯噻嗪, 不但能提高尿液流动性, 还能提升碎石的成功率。

钙拮抗剂的使用同样显示出积极的效果。在腹腔镜下手术时, 使用硝苯地平可显著减少术中出血量及缩短手术时间。相关研究表明, 使用低浓度为 1 mg 的硝苯地平处理后, 术中出血量减少约 40%。

缓解术后痉挛也成为药物辅助的重要方向。抗痉挛药物如巴氯芬、阿莫地平等被应用于术后患者, 以降低尿道和膀胱的痉挛, 改善排尿状况。有研究表明, 术后 24 小时内使用巴氯芬能有效降低患者疼痛评分, 且 72 小时内尿路感染的发生率降低 20%。

在最新的研究中, 采用药物与物理治疗相结合的方式, 已显示出更优的治疗效果。例如, 使用微波热疗结合药物治疗可显著提高结石排出率, 研究结果显示该组合的成功排石率可提升至 85% 以上。此外, 药物辅助的个性化方案日益成为研究热点, 借助基因分析和个体生理特征, 制定更加精准的用药方案, 潜力巨大[21]。

## 4.2. 结石风险评估与个体化治疗

结石风险评估是泌尿系结石管理的重要组成部分。近年来, 多个研究表明, 结石形成的风险与多种因素密切相关, 包括遗传因素、代谢异常、饮食习惯、尿液成分及环境因素等。研究显示, 尿钙含量超过 250 mg/d 可显著增加结石风险, 而尿草酸若高于 45 mg/d 则可能促进草酸钙结石的形成[22]。

个体化治疗的核心在于制定适合患者的预防及治疗措施。药物干预是常见的方法之一, 针对代谢紊乱患者, 使用噻嗪类利尿剂可以有效降低尿钙排泄。在肾脏尿酸盐结石患者中, 碱化尿液是降低结石风险的有效策略, 通常通过给予柠檬酸钾实现。此外, 饮食干预方面, 减少高草酸食物的摄入、增加水分摄入, 能显著降低结石复发率。研究发现, 每日足够的水分摄入(约 2.5~3 升)可以将尿液稀释, 降低结石形成的机会。

针对于输尿管结石患者, 治疗方法需根据结石的大小、部位及患者症状等因素综合考虑。对于直径小于 5 mm 的输尿管结石, 可采取观察与饮水增排的方法。若结石直径大于 10 mm, 或出现剧烈疼痛、感染等并发症, 需及时采取腔内手术治疗, 如输尿管镜取石术或体外冲击波碎石术。调查表明, 腔内手术治疗的成功率高达 85% 以上, 并发症发生率低于 10% [23]。

## 4.3. 术后管理与复发预防

术后管理与复发预防在泌尿系结石外科治疗中尤为重要, 术后早期活动是另一重要环节, 适度的运动有助于促进血液循环, 减少血栓风险。研究显示, 术后 24 小时内进行适度的下肢活动能够显著降低深静脉血栓形成率。此外, 患者应遵循合理的饮食指导, 例如限制钙、草酸和盐的摄入, 以减少结石成分的再形成。

复发预防策略中, 患者教育不可忽视。患者需被告知结石的成因, 鼓励其增加水分摄入。建议每日饮水量不少于 2.5 升, 以稀释尿液, 降低结石形成风险。多项研究表明, 充足的水分摄入能够有效降低尿液中结石前体的浓度, 减少复发概率[24]。

使用药物进行化学预防的选择也日益受到关注。以噻嗪类利尿剂、柠檬酸钾等药物为例, 均显示在特定患者群体中降低结石复发的效果。资料显示, 噻嗪类利尿剂可以通过减少尿钙排泄来控制肾结石的发生, 而柠檬酸则能增加尿液 pH 值, 提高溶解度, 从而对抗尿酸结石[25]。此外, 针对特定类型的结石, 针对性调整药物可以进一步提高预防效果。

## 5. 结论

### 5.1. 外科治疗的发展趋势

近年来, 泌尿系结石的外科治疗经历了显著的发展, 逐渐向微创化、个性化和智能化方向演变。目

前, 腔内治疗技术如经尿道碎石术(TUL)和经皮肾镜取石术(PNL)得到了广泛应用, 通过更小的切口、减少术后并发症, 提高了患者的生活质量。其一, TUL 作为一种较常见的治疗方式, 适用于直径小于 2 cm 的肾结石, 采用激光碎石设备(如 Holmium:YAG 激光), 碎石效率高, 术后恢复快。其二, PNL 技术适用于较大或复杂的结石, 能够通过经皮肾穿刺直接进入肾盂, 破碎及取出结石, 通常用于直径超过 2 cm 的结石。根据最新研究, 该技术的成功率可达到 85%以上, 且术后并发症发生率低于 10% [26]。

个性化治疗策略也成为泌尿系结石外科治疗的发展趋势。根据结石成分、患者全身情况及生活方式等因素, 制定相应的治疗方案, 提高治疗成功率及术后保留率。例如, 针对草酸钙结石的患者, 建议采取以控糖、低盐、富钾饮食为主的方案, 并辅以适当的药物治疗来降低结石复发率[27]。

## 5.2. 微创技术的临床应用前景

微创技术在泌尿系结石的治疗中展现了广阔的临床应用前景, 尤其是在体外震波碎石术(ESWL)、腹腔镜手术及经尿道肾镜取石术(URETERORENOSCOPY)等方面取得了显著进展。体外震波碎石术作为一种非侵入性疗法, 能够在碎石的同时减少术后并发症。

腹腔镜手术的优势在于其对患者创伤小、恢复快及术后并发症少。研究表明, 腹腔镜下肾切除术在进行复杂肾结石或肾功能不全患者的治疗中有效性高, 术后住院时间通常缩短至 2 至 3 天, 且术中出血量显著低于传统开放手术。根据相关数据显示, 腹腔镜手术的整体并发症率低于 5%。

经尿道肾镜取石术(URETERORENOSCOPY)用于治疗中、重度泌尿系结石的临床疗效显著。该技术通过尿道进入肾脏, 实时可视化, 能够有效取出直径可达 2 厘米的结石, 成功率可达 90%以上。此方法的灵活性和精准性使得其成为重症结石患者的首选, 术后恢复时间与传统手术相比亦大幅缩短。

随着微创泌尿外科技术的不断成熟, 预计未来将出现更多个性化治疗方案, 这将大幅提高结石患者的生活质量, 缩短康复周期。此外, 多中心大型研究将进一步验证微创技术在不同类型结石和合并症患者中的有效性与安全性, 推动这一领域的临床实践进步。未来, 结合个体患者的具体情况, 微创技术将为泌尿系结石治疗提供更为安全、有效的解决方案。

## 5.3. 未来研究方向与挑战

泌尿系结石的外科治疗不断进展, 但仍面临诸多未来研究方向与挑战。研究一方面集中在新型技术的优化与应用上。例如, 激光碎石技术在不同类型结石的适应性研究中显示出良好效果, 特别是钙氧化物结石和尿酸结石, 建议在功率和波长方面进行更多探索, 以提高碎石效率和降低对周围组织的损伤。此外, 微创手术技术如腔内手术、经皮肾镜取石术在复杂病例中的效果值得进一步评估, 尤其是针对大于 2 厘米的结石。

另一方面, 患者个体化治疗策略的研究亦显得尤为重要。不同患者的结石成分、代谢异常及解剖特征相异, 应基于这些因素制定更为个性化的治疗方案。当前的临床试验需更深入探讨术前评估工具及患者在术后恢复期间的综合护理, 以提高成功率和减少复发率。

在基础研究方面, 结石形成机制的阐明仍是未来的重要方向。新型生物标志物的发现及其对结石生成过程的影响机制, 将为预防与治疗提供新的思路。对尿液成分的动态监测及结石基因组的研究, 或可揭示结石发生的遗传易感性。

## 参考文献

- [1] 施朝龄. 体外冲击波碎石与外科手术方法治疗泌尿系结石的效果分析[J]. 中国医药指南, 2019, 17(30): 32-33.
- [2] 盛东亚. 加减“小续命汤”对泌尿系结石术后导管相关并发症的疗效研究[D]: [硕士学位论文]. 上海: 上海中医药大学

- 大学, 2019.
- [3] 刘菡. 中药改善输尿管镜碎石术后双J管症状的临床观察[D]: [硕士学位论文]. 北京: 北京中医药大学, 2019.
- [4] Zubkov, I.V., Krupin, V., Rogachikov, V.V., *et al.* (2022) Risk Factors for the Development of Complications in the Surgical Treatment of Urolithiasis. *Spravonik Vraa Obej Praktiki*, **3**, 4-5.
- [5] 林甫俊, 王忠康, 潘建刚. 代谢综合征与泌尿系结石的研究进展[J]. 国际泌尿系统杂志, 2019, 39(3): 553-555.
- [6] Lou, Y., He, W. and Song, Z. (2020) Aggregation of Nanochemical Microcrystals in Urine Promotes the Formation of Urinary Calculi. *Journal of Chemistry*, **2020**, Article ID: 8516903. <https://doi.org/10.1155/2020/8516903>
- [7] Li, J., Huang, Y., Zhu, M., Chen, M., Xiong, Q., Tan, D., *et al.* (2023) Does Moses Technology Enhance the Efficiency and Outcomes of Regular Holmium Laser Lithotripsy? Results of a Pooled Analysis of Comparative Studies. *Lasers in Medical Science*, **38**, Article No. 73. <https://doi.org/10.1007/s10103-023-03730-4>
- [8] 梁普照. 泌尿系结石中医体质系统评价及回顾性临床研究[D]: [硕士学位论文]. 天津: 天津中医药大学, 2023.
- [9] Qiong, W.U. (2022) Clinical Observation on Ureterscopy Combined with Holmium Laser Lithotripsy in the Treatment of Upper Urinary Calculi. *Electronic Journal of Medical Operations*, **10**.
- [10] 那昕宇. 口服维生素, 草酸降解酶预防泌尿系结石术后留置输尿管支架附壁结石形成疗效研究[D]: [硕士学位论文]. 南宁: 广西医科大学, 2022.
- [11] Hu, W., Li, J., Tang, Y., *et al.* (2019) AB060. Upper Urinary Tract Calculi with Deformity of Spine: Relative Contraindication for Percutaneous Nephrolithotomy? *Translational Andrology and Urology*, **4**, AB060.
- [12] 曾晖. 恩施州成人泌尿系结石合并代谢综合征的危险因素相关性研究[D]: [硕士学位论文]. 恩施: 湖北民族大学, 2020.
- [13] Alves, R.A.D.C., Barroso, F.M.D.S., de Andrade Jr., G.F., Façanha Neto, C.D., Brito, F.C., Takeda, A.N., *et al.* (2019) Surgical Treatment of Kidney Tumor on a Patient with Second Case of Staghorn Calculus and Associated Renal Hydro-nephrosis: Case Report. *AME Case Reports*, **3**, Article 19. <https://doi.org/10.21037/acr.2019.05.08>
- [14] Li, B.H. (2019) Do Urology. Clinical Value of Minimally Invasive Percutaneous Nephrolithotomy for Upper Urinary Calculi Complicated with Infection. *Systems Medicine*, **4**, 1-2.
- [15] 乔逸. 泌尿系结石院内流行情况调查与危险因素分析[D]: [博士学位论文]. 北京: 中国医学科学院, 2023.
- [16] Tam, A., Phong, J. and Yong, C. (2018) Primary Small Bowel Volvulus: Surgical Treatment Dilemma. *ANZ Journal of Surgery*, **89**, 1521-1523. <https://doi.org/10.1111/ans.14967>
- [17] 季泽益. 儿童泌尿系结石合并尿路感染的相关危险因素及预后分析[D]: [硕士学位论文]. 杭州: 浙江中医药大学, 2022.
- [18] 高嵘. 快速康复外科护理理念在泌尿系结石手术患者中的应用效果分析[J]. 东方药膳, 2020(11): 180.
- [19] Mohi, M.K., Kaur, M., Kaur, B., Kaur, S.P. and Aggarwal, S. (2021) Multiple Urinary Bladder Calculi: A Rare Cause of Irreducible Uterovaginal Prolapse. *International Journal of Reproduction, Contraception, Obstetrics and Gynecology*, **10**, 4593-4595. <https://doi.org/10.18203/2320-1770.ijrcog20214670>
- [20] Kamadjou, C., Ambomatei, C., Mbassi, A., Kameni, A., Kolela, D.B. and Angwafor, F. (2021) Evaluation of Extracorporeal Shockwave Lithotripsy in the Management of Renal and Ureteral Calculi. *Open Journal of Urology*, **11**, 474-485. <https://doi.org/10.4236/oju.2021.1112048>
- [21] Biswas, S., Dasar, D., Khandare, K. and Wanjari, A. (2023) Efficacy of Novel Herbal Formulation in Efficacy of Novel Herbal Formulation in Conservative Management of Mutrashmari (Urolithiasis)—A Case Report. *International Journal of Ayurvedic Medicine*, **13**, 1078-1082. <https://doi.org/10.47552/ijam.v13i4.3107>
- [22] Ito, K., Takahashi, T., Somiya, S., Kanno, T., Higashi, Y. and Yamada, H. (2021) Predictors of Repeat Surgery and Stone-Related Events after Flexible Ureterscopy for Renal Stones. *Urology*, **154**, 96-102. <https://doi.org/10.1016/j.urology.2021.02.025>
- [23] Atassi, N. and Knoll, T. (2020) Future of Kidney Stone Management: Surgical Intervention Miniaturization of PCNL: Where Is the Limit? *Current Opinion in Urology*, **30**, 107-112. <https://doi.org/10.1097/mou.0000000000000713>
- [24] Xiang, A., Nourian, A., Ghiraldi, E. and Friedlander, J.I. (2021) Improving Compliance with 24-H Urine Collections: Understanding Inadequacies in the Collection Process and Risk Factors for Poor Compliance. *Current Urology Reports*, **22**, Article No. 38. <https://doi.org/10.1007/s11934-021-01057-7>
- [25] Xie, Z.X. (2022) Research Progress on Treatment Methods of Urinary Calculi. *Medical and Health (Foreign Language Version)*, **1**, 25-34.
- [26] Rodgers, A. and Trinchieri, A. (2022) Fifty Years of Basic and Clinical Renal Stone Research: Have We Achieved Major Breakthroughs? A Debate. *Current Opinion in Nephrology & Hypertension*, **32**, 177-182. <https://doi.org/10.1097/mnh.0000000000000856>

- 
- [27] Khan, M.S. and Hasan Tariq, S.S. (2021) Medicinal Treatment of Multiple Renal Calculi (Hisat-E-Kulyah) and Bilateral Ureteric Calculi (Hisat-E-Halib) by Unani Pharmacopoeial Formulations—A Case Study. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, **11**, 183-189. <https://doi.org/10.30574/wjarr.2021.11.1.0339>