

doi: 10.3978/j.issn.2095-6959.2017.12.036

View this article at: <http://dx.doi.org/10.3978/j.issn.2095-6959.2017.12.036>

泌尿系结石的治疗方法及其最新进展

高丙鹏 综述 李超, 王岩 审校

(哈尔滨医科大学附属第一医院泌尿外科, 哈尔滨 150001)

[摘要] 泌尿系结石是一种在全世界范围内很常见的疾病, 对身体有直接损伤、梗阻、感染或恶性变的危害, 其对人体最主要最迫切的损害是引起尿路梗阻继而造成不同程度的肾功能损害, 尤其是急性肾衰竭, 因此须及时解除梗阻, 恢复尿路通畅, 最大程度地保护肾功能。目前治疗方法和治疗效果与泌尿系生理结构是否存在异常、结石部位、结石体积、患者的社会经济状况及当时碎石技术等因素相关。随着碎石机、经皮肾镜、输尿管镜、腹腔镜等微创技术应用, 治疗尿路结石, 及时解除梗阻更加高效, 经典传统开刀手术逐渐在减少。现在手术机器人技术及纳米机器人等相关器械设备即将或已经用于泌尿系结石的治疗, 为泌尿系结石的治疗开辟了新天地。

[关键词] 泌尿系结石; 梗阻; 治疗; 进展

Treatment methods and recent progress of urinary calculi

GAO Bingpeng, LI Chao, WANG Yan

(Department of Urology, First Affiliated Hospital of Harbin Medical University, Harbin 150001, China)

Abstract Urinary calculus is a worldwide disease, and its harm to the body increases with the duration of the disease. The therapeutic methods and therapeutic effects are related to the abnormal physiological structure of urinary tract, the location of calculus, the volume of stone, the social and economic status of patients, and the current medical conditions. With the advent of lithotripsy, percutaneous nephrolithotomy, ureteroscopy, laparoscopic and other minimally invasive technology, the traditional surgery reduced gradually. Now surgical robot technology, nano robot and other related new instruments and equipment will be used in the treatment of urinary calculi sooner or later, which creates a new world for the treatment of urinary calculi.

Keywords urinary calculi; obstruction; treatment; progress

泌尿系结石在世界范围内非常普遍, 其对身体造成的危害包括直接损伤、梗阻、感染或恶性变。其中急需解除急性梗阻, 恢复尿路通畅, 最大限度保护肾功能。据报道我国肾结石的发病率可达5.8%^[1], 且逐年递增, 从1994年至今泌尿系结

石发病率增加了约75%^[2]。有文献[3]报道: 大约有50%的肾结石是复发性结石。这主要是受结石因素(位置, 大小, 成分, 滞留时间)、临床因素(梗阻程度, 肥胖, 凝血异常, 感染)、解剖因素(马蹄肾, 肾盂输尿管交界部畸形, 异位肾)、技术因素

收稿日期 (Date of reception): 2017-10-18

通信作者 (Corresponding author): 王岩, Email: yymnwangyan@126.com

(相关设备, 技术, 成本)影响。进入21世纪以后, 碎石机、经皮肾镜、输尿管镜、腹腔镜等微创技术相关设备出现和临床应用, 尤其是手术机器人及纳米机器人等全新器材的出现, 使泌尿系结石的治疗手段发生了历史性的变化。本文就当前泌尿系结石诊治的各种手段及现状进行如下综述, 为临床医生诊断和治疗提供更好的选择。

1 药物治疗

药物治疗是一种观察等待治疗的方法, 成功地运用于一些临床患者, 特别对于临床症状不明显, 偶尔发现的结石, 如果结石大小在0.6 cm以下, 表面圆润, 下尿路无梗阻可以尝试采用运动配合药物进行治疗。有文献[4]报道: 约70%的结石在排石过程中发生梗阻是在输尿管下段。而位于输尿管下段的结石在药物与运动配合治疗的过程中大约50%可以顺利排出。结石从体内排出的时间主要受结石以下的尿路是否梗阻、滞留时间长短、结石的部位、体积以及尿路是否存在畸形等因素影响。在结石排出的过程中也可能会出现肾区绞痛、发烧、急性尿路梗阻等并发症, 需要密切观察, 积极对症处理。

根据加拿大泌尿外科(Canadian Association of Urology, CUA)泌尿外科学指南^[5]提示: 对<0.4 cm结石大约95%可自然排出, 约0.5 cm的结石, 其自然排石率为50%, >0.6 cm的结石其自然排石时间可长达40 d。也有文献[6]报道: 对于直径为0.5~1.0 cm的结石其自然排石率随着结石体积的增大从68%下降到47%。如果结石滞留时间估计超过6周, 因其可能存在息肉及其他并发症且难以排出, 不推荐药物治疗。

目前常规治疗的主要药物有坦索罗辛为代表的 α 受体阻滞药、硝苯地平为代表的钙离子通道阻滞药、硫酸阿托品为代表的M型受体阻滞药以及激素类药物黄体酮等, 其中 α 受体阻滞药在2016年欧洲泌尿外科(European Association of Urology, EAU)指南中被推荐为1b类排石药物^[7]。这几种药物主要是通过抑制输尿管痉挛促进结石排出, 并且可以降低排石过程中肾绞痛发生概率。一般认为结石微粒在肾集合系统内逐步聚集, 引起肾小管不同程度梗阻, 最终形成尿路结石, 多种因素与结石形成密切相关, 其中代谢因素是近年研究的热点^[8]。一些药物能够干扰形成结石的代谢过程, 从而达到治疗泌尿系结石的效果。常用药物有枸橼酸氢钾钠、别嘌呤醇、碳酸氢钠、氯化

铵、脲酶抑制剂等, 这些药物可以治疗纯尿酸结石、胱氨酸结石、感染性结石等, 同时摄入大量液体、增加尿量、配合适当体位、适当运动及中医中药, 可抑制结石体积增大并促进结石排出。治疗期间患者发生肾绞痛可让患者卧床休息, 给予镇痛药物, 主要有非甾体类镇痛抗炎药物(双氯芬酸钠、吲哚美辛)及阿片类镇痛药物(哌替啶、曲马多)。

2 体外冲击波(ESWL)

自从上世纪80年代德国发明体外冲击波碎石机以来, 泌尿系结石的治疗途径发生了革新。由于其具有无创性、费用相对低、碎石效率高、安全快捷、不需常规手术麻醉、无需住院、并发症少等优势, 体外冲击波(extracorporeal shock wave lithotripsy, ESWL)很快成为治疗泌尿系结石的一线治疗方案^[9]。所有的碎石机都有4个部分组成: 能量源、聚焦系统、定位单元和耦合机。其产生的冲击波直接作用于结石, 在不同的界面产生机械应力效应(主要为拉力应力和压力应力), 使结石裂解剥脱为能够顺利通过输尿管的碎块颗粒。要使ESWL碎石达到最大效果, 每次碎石的频率、结石的位置、成分和大小以及临床经验必须考虑在内^[10-11]。

根据美国输尿管结石治疗指南提示: 对约1.0 cm的输尿管结石以及<2.0 cm肾中上盏结石是ESWL最佳适应证。有文献[12]报道: ESWL治疗直径<1 cm, 1~2 cm, >2 cm的肾结石排石率分别为79.9%, 64.1%, 53.7%, 排石率与结石直径呈负相关。且排石率受多种因素影响, 如肾下盏结石碎石术后排石效果因受下盏颈部长、宽度、盏长轴与输尿管长轴夹角引起不同程度的梗阻、是否留置输尿管支架等因素影响。据报道^[13-15]碎石后留置输尿管支架并不会提高排石率, 甚至会阻碍结石排出, 降低排石率。但是对于孤立肾的肾结石碎石后或肾结石引起的脓毒血症还是建议留置输尿管支架。碎石效果也受多种因素影响, 例如肾积水的程度、肾盂输尿管交界狭窄、肾畸形、结石成分、肥胖以及耦合适宜程度等。最近有文献[16]研究显示: 约1.5 cm的输尿管上段结石也可以选择ESWL。Shafi等^[16]对ESWL术后的患者进行3个月的随访, 发现排石率约为78.6%, 并且大多数患者愿意接受ESWL。碎石术后也会出现一些并发症, 最常见的有血尿、肾组织及周围组织器官的损伤、尿源性脓毒症以及急性尿路梗阻等。血

尿一般不用处理, 观察即可。脏器损伤轻, 卧床休息, 感染重可联合使用抗生素或使用高级抗生素, 急性尿路梗阻需立即解除。为减少并发症, 应选择合适的结石负荷, 适宜能量, 限制冲击波次数, 合适的耦合方式^[17]并精准定位。若结石难以一次性粉碎及排尽, 间隔治疗时间一般推荐10~14 d以上为宜, 治疗总次数不宜超过4次。

ESWL的禁忌证主要有: 妊娠、未控制的泌尿系感染、凝血功能异常、心律异常、血压控制不良、结石远端尿路梗阻及活动期传染病。肾位置异常、椎体关节畸形、结石定位模糊、质地坚硬或柔韧特殊成分结石等原因而不宜采用ESWL。目前还有研究^[18]显示: 通过口服药物、经肾造瘘管或逆行插管灌注等方法促使结石排入尿路, 之后配合激素如甲基泼尼松龙, 再行体外冲击波碎石术, 可以明显提高碎石及排石效率。现在也有研究^[19]显示: 可以使一种液体化微型炸药附着于结石表面后, 通过冲击波作用后使其进行微爆破粉碎结石促使其排出。

3 经皮肾镜碎石取石术 (PCNL)

对在上世纪70年代Fernstrom和Johansson首次报道了经皮肾镜碎石取石术(percutaneous nephrolithotripsy, PCNL), 打开了经皮肾取石的大门。经过多年的发展, 该技术日益成熟, 经验更加丰富, 操作更加熟练, 工作通道越来越小, 经皮肾镜技术几乎已经完全取代了肾结石及输尿管上段开放手术。目前, PCNL已经成为治疗>2.0 cm肾结石的一线治疗方法。然而PCNL主要并发症是与通道相关出血风险及尿源性脓毒血症^[20-21], 尤其是缺少经验的医生, 发生率更高。当前随着血管介入技术的发展, 为其提供了保障。PCNL最主要的优点是碎石效果不受结石成分和结石体积影响, 清石率高。Pearle等^[22]报道: PCNL术后仅有63%的患者需要再次行ESWL, <1.0 cm结石清除率可以达到100%。相关文献^[23]也有报道: 对于单纯肾盂结石患者, 结石清除率可达100%, 鹿角形肾结石患者结石清除率约98%。根据2016年EUA指南, PCNL手术适应证主要有: 鹿角性结石、>2.0 cm肾中上盏结石、>1.0 cm肾下盏结石、有症状的肾盏憩室结石、ESWL治疗失败的结石、以及部分第四腰椎以上较大的输尿管结石以及一些特殊类型的结石。

PCNL禁忌证主要包括凝血功能障碍、未控制的泌尿系感染、脊柱畸形、妊娠、过度肥胖穿

刺针不能到达肾等。术前必须充分积极控制感染。术中穿刺通路的选择是否适宜是决定本次手术是否成功关键因素。在临床实际工作中, 穿刺通路的具体选择应根据患者情况而定。多数情况下选择肾背外侧穿刺, 避开肾柱, 经肾中盏的肾椎体, 进入肾盂。此穿刺通道有利条件是所经区域是肾段动脉分支相对较少, 通道稳定, 不宜丢失, 且出血风险低, 便于各个肾盏系统的顺利观察。术中予以高分辨彩色超声引导穿刺定位^[24]可在一定程度上减少误穿及对腹腔大血管的损伤, 与X线定位相比可以避免放射线辐射, 同时可以提供具有较高参考价值的图像信息, 提高手术成功率, 但其也有局限性, 如术中穿刺难度大, 要求高, 需要一定的超声基础。术后留置肾造瘘管及双J管, 降低术后由凝血块引起尿路梗阻等并发症, 目前也有文献^[25]报道在直视下穿刺建立通道, 明显提高了穿刺精准度。最近德国西门子生产的泌尿系动态CT, 对结石准确定位, 利用激光精确穿刺位点, 并可构建实时周围组织3D图像, 以提高碎石取石率, 降低相关并发症, 与传统CT相比其辐射量更小^[26-27]。Rodrigue等^[28]通过逆行插管在目标肾盏放入电磁感应器, 同时在肾穿刺针尖端配置相应的电磁感应器, 穿刺时可在电磁场的引导下进入目标肾盏进行碎石, 这项技术在动物实验中已经成功应用, 但是否可以应用于临床患者值得进一步研究。

目前, 有文献报道PCNL术后留置肾造瘘管和输尿管支架主要目的是压迫止血及引流尿液, 但在一定程度上会使术后出血风险增加及输尿管蠕动能力下降, 而输尿管的自然蠕动是引流尿液的最佳途径。因此目前已经逐步出现微通道、超微通道、部分无管化及无管化PCNL的治疗方法。与传统的PCNL相比, 新方法有诸多优势: 创伤小、疗效高、出血风险低及尿液外渗概率降低、住院时间短、术后舒适高、活动方便等已经受到泌尿系结石专家的青睐^[29-30]。其局限性主要包括不能预留二期PCNL通道、集合系统漏尿、术野小及手术时间长等。

4 输尿管镜取石术 (URL)

近20年来, 随着人体自然腔道技术的成熟与临床经验的积累, 输尿管镜及相应的碎石工具发生了很大变化, 碎石效果显著, 且能够立即解除尿路梗阻, 安全性提高, 创伤小, 康复快等。

输尿管镜经历了硬镜、半硬镜及软镜的更替。目前输尿管管径更纤细,且更容易通过狭窄及迂曲畸形的输尿管,图像更清晰,其中输尿管软镜镜头灵活度高,可以弯曲进入一些普通硬镜无法到达的区域,甚至能看清各个肾盏系统,无视野盲区,因此能够处理很多较为复杂的结石。相应的碎石设备也经历超声、气压弹道及激光进步。其中钬激光是目前较为理想的碎石激光器,高能量探头可使结石汽化,从而粉碎大块结石,使之排出体外且不受结石成分的影响,还可汽化清除尿路中的炎性息肉和肉芽组织^[31-32]。钬激光具有较好的方向性,由于其95%的能量可被周围5 mm的水递质吸收,避免了对周围组织的损伤,因此具有较高的安全性,输尿管穿孔概率低,碎石效率高,可以作为少量直径为2~3 cm的复杂性肾结石和输尿管上段结石较为理想的选择^[33]。

输尿管软镜手术适应证包括:ESWL定位不确切、<2 cm阴性肾结石,双侧尿路急性梗阻,其他微创技术未能处理干净的结石,肾下盏解剖结构异常的结石,一水草酸钙结石、胱氨酸结石等特殊成分结石。不过也有文献报道对于>2 cm的结石,可根据操作医师的临床经验及对腔镜的熟练程度,选择输尿管软镜治疗。严重椎体弯曲、肾盏憩室结石、凝血功能异常、肾解剖畸形、肾位置异常、移植肾、多发肾结石^[34-35]、孕妇等特殊患者,输尿管镜取石术(ureteroscopic Lithotripsy, URL)术有其他微创治疗技术不可替代的优越性。

输尿管镜虽然有其他微创技术不可比拟的优势,在实际操作中也存在局限性:术前进镜困难,术中结石移位,输尿管黏膜下形成假道或输尿管穿孔,手术操作时间长,退出输尿管镜或保护鞘过频易出现输尿管黏膜水肿损伤甚至输尿管撕脱断裂,术后易发生感染及输尿管狭窄等,术中取石,套石需要助手密切配合,术者术中大部分时间保持站立,手腕偏曲,易疲劳,增加二次取石率,尤其是结石负荷大更易发生。这就要求术者必须熟练掌握操作输尿管镜相关技巧,明确结石体积,术前放置输尿管支架,术中在斑马导丝引导下进镜出镜,至始至终保持手术视野清晰,冲洗液温度要适当,防止温度过低刺激输尿管痉挛,旋转进镜,动作轻柔,不强行推拉,必要时中转开放手术。近年,有学者^[36]尝试将机器人与输尿管结合治疗泌尿系结石,大大解放了术者的双手,并配有坐位,降低了术者的疲劳感,提高了取石效率,值得临床医生借鉴。随着纳米技术发展,在一些学术会议上有人设想在将来随

着纳米进一步发展,可以利用纳米技术制造超微型机器人,使其直接进入人体到达结石所在部位对结石进行蚕食,之后排出体外,这个想法在医学领域十分诱人,相信随着科学技术的发展,终有一天会攻克这项技术。

5 开放手术

近30年以来,包括肾切开取石、输尿管切开取石术及膀胱切开取石术等在内的开放术式,曾作为泌尿系结石的经典治疗措施,有研究^[37]表明对于复杂性肾内型肾盂内结石采用低温肾蒂阻断切开肾实质取石,一次结石清除率可达95%以上,介于传统开放术式,创伤大,术后恢复时间长,且部分复杂性尿路结石难以取尽,二次手术时,解剖关系复杂,如处理不当,易造成严重肾功能损害。近年来随着微创技术的发展与成熟,传统的开放手术在逐渐减少。有文献^[38]报道:目前泌尿系结石开放手术比例仅占1%~5.4%。尽管在泌尿系结石的治疗中,微创技术正如火如荼地开展,但是传统开放手术的优势地位仍无法动摇。一些复杂性肾结石、ESWL及各种微创治疗失败的结石、肾畸形(肾盂输尿管连接部狭窄、漏斗部狭窄等其他梗阻因素)、无功能肾、骨骼畸形及病态肥胖等不宜微创治疗,且在一些医疗条件相对落后的地区基层医院由于微创技术学习周期长,技术人员及机器设备缺乏,开放取石依然有着其他治疗方案不可取代的优势。

6 结语

综上所述,泌尿系结石的治疗方法发生了很大变化,每种治疗方法都有其特点,但其主要目的是解除尿路梗阻,恢复尿路通畅,最大限度保护肾功能,提高患者生活质量,延长生存时间。Srisubat等^[39]关于ESWL, PCNL和逆行输尿管镜手术(retrograde intrarenal surgery, RIRS)在肾结石治疗对比中总结到,ESWL创伤最小,PCNL创伤最大,但PCNL结石清除率最高,而RIRS比ESWL结石清除率高,创伤较PCNL要小。机器人辅助输尿管镜治疗泌尿系结石已用于临床,纳米机器人治疗泌尿系结石相信终有一天也会被攻克,临床医务工作者需要积极了解各种治疗方法的优缺点,了解最新泌尿系结石治疗方法,结合患者的实际病情,保障患者安全的前提下,选择恰当的治疗方案。

参考文献

- Zeng G, Mai Z, Xia S, et al. Prevalence of kidney stones in china: an ultrasonography based cross-sectional study[J]. *BJU Int*, 2017, 120(1): 109-116.
- Scales CD Jr, Tasian GE, Schwaderer AL, et al. Urinary stone disease: advancing knowledge, patient care, and population health[J]. *Clin J Am Soc Nephrol*, 2016, 11(7): 1305-1312.
- Eisner BH, Goldfarb DS. A nomogram for the prediction of kidney stone recurrence[J]. *J Am Soc Nephrol*, 2014, 25(12): 2685-2687.
- Portis AJ, Sundaram CP. Diagnosis and initial management of kidney stones[J]. *Am Fam Physician*, 2001, 63(7): 1329-1338.
- Furyk JS, Chu K, Banks C, et al. Distal ureteric stones and tamsulosin: a double-blind, placebo-controlled, randomized, multicenter trial[J]. *Ann Emerg Med*, 2016, 67(1): 86-95.
- Preminger GM, Tiselius HG, Assimos DG, et al. 2007 Guideline for the management of ureteral calculi[J]. *Eur Urol*, 2007, 52(6): 1610-1631.
- Sudah M. Re: Christian Türk, Aleš Petřík, Kemal Sarica, et al. EAU guidelines on diagnosis and conservative management of urolithiasis. *Eur Urol* 2016;69:468-74: magnetic resonance urography can be used to detect urinary stones[J]. *Eur Urol*, 2016, 69(4): e76-e77.
- Skolarikos A, Straub M, Knoll T, et al. Metabolic evaluation and recurrence prevention for urinary stone patient: EAU guidelines[J]. *Eur Urol*, 2015, 67(4): 750-763.
- Türk C, Petřík A, Sarica K, et al. EAU guidelines on interventional treatment for urolithiasis[J]. *Eur Urol*, 2016, 69(3): 475-482.
- Li K, Lin T, Zhang C, et al. Optimal frequency of shock wave lithotripsy in urolithiasis treatment: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials[J]. *J Urol*, 2013, 190(4): 1260-1267.
- Alanee S, Ugarte R, Monga M. The effectiveness of shock wave lithotripters: a case matched comparison[J]. *J Urol*, 2010, 184(6): 2364-2367.
- 汤宗源. 泌尿系统结石外科治疗研究进展[J]. *现代诊断与治疗*, 2014, 25(17): 3921-3923.
TANG Zongyuan. Research progress in surgical treatment of urinary tract stone[J]. *Modern Diagnosis & Treatment*, 2014, 25(17): 3921-3923.
- Pettenati C, El Fegoun AB, Hupertan V, et al. Double J stent reduces the efficacy of extracorporeal shock wave lithotripsy in the treatment of lumbar ureteral stones[J]. *Cent European J Urol*, 2013, 66(3): 309-313.
- Sfoungaristos S, Polimeros N, Kavouras A, et al. Stenting or not prior to extracorporeal shockwave lithotripsy for ureteral stones? Results of a prospective randomized study[J]. *Int Urol Nephrol*, 2012, 44(3): 731-737.
- Argyropoulos AN, Tolley DA. Ureteric stents compromise stone clearance after shockwave lithotripsy for ureteric stones: Results of a matched-pair analysis[J]. *BJU Int*, 2009, 103(1): 76-80.
- Ziaee SA, Halimiasl P, Aminsharif A, et al. Management of 10-15-mm proximal ureteral stones: ureteroscopy or extracorporeal shockwave lithotripsy?[J]. *Urology*, 2008, 71(1): 28-31.
- Neisius A, Lipkin ME, Rassweiler JJ, et al. Shock wave lithotripsy: the new phoenix?[J]. *World J Urol*, 2015, 33(2): 213-221.
- Kumar S, Jayant K, Agrawal S, et al. Comparative efficacy of tamsulosin versus tamsulosin with tadalafil in combination with prednisolone for the medical expulsive therapy of lower ureteric stones: a randomized trial[J]. *Korean J Urol*, 2014, 55(3): 196-200.
- 曾国华. 泌尿系结石的预防和治疗展望[J]. *临床泌尿外科杂志*, 2016, 31(7): 585-589.
ZENG Guohua. Update for prevention and treatment of urolithiasis[J]. *Journal of Clinical Urology*, 2016, 31(7): 585-589.
- Zhong W, Zeng G, Wu K, et al. Does a smaller tract in percutaneous nephrolithotomy contribute to high renal pelvic pressure and postoperative fever?[J]. *J Endourol*, 2008, 22(9): 2147-2151.
- Kamal W, Kallidonis P, Kyriazis I, et al. Miniturized percutaneous nephrolithotomy: what does it mean?[J]. *Urolithiasis*, 2016, 44(3): 195-201.
- Pearle MS, Nadler R, Bercowsky E, et al. Prospective randomized trial comparing shock wave lithotripsy and ureteroscopy for management of distal ureteral calculi[J]. *J Urol*, 2001, 166(4): 1255-1260.
- 郭景阳, 杨文增, 张彦桥, 等. 肾脏多发或鹿角形结石多镜联合软镜碎石为主与硬镜碎石为主效果对比分析[J]. *中国内镜杂志*, 2016, 22(8): 38-40.
GUO Jingyang, YANG Wenzeng, ZHANG Yanqiao, et al. Comparison and analysis of advantages and disadvantages of rigid and flexible ureteroscopy in treatment of renal multiple stones or staghorn calculi[J]. *China Journal of Endoscopy*, 2016, 22(8): 38-40.
- Filippou P, Odisho A, Ramaswamy K, et al. Using an abdominal phantom to teach urology residents ultrasound-guided percutaneous needle placement[J]. *Int Braz J Urol*, 2016, 42(4): 717-726.
- Desai MR, Sharma R, Mishra S, et al. Single-step percutaneous nephrolithotomy (microperc): the initial clinical report[J]. *J Urol*, 2011, 186(1): 140-145.
- Ritter M, Rassweiler MC, Hacker A, et al. Laser-guided percutaneous kidney access with the Uro Dyna-CT: first experience of three-dimensional puncture planning with an ex vivo model[J]. *World J Urol*, 2013, 31(5): 1147-1151.
- Ritter M, Rassweiler MC, Michel MS. The Uro Dyna-CT enables three-dimensional planned laser-guided complex punctures[J]. *Eur Urol*, 2015, 68(5): 880-884.
- Rodrigues PL, Vilaça JL, Oliveira C, et al. Collecting system

- percutaneous access using real-time tracking sensors: first pig model in vivo experience[J]. *J Urol*, 2013, 190(5): 1932-1937.
29. Desai J, Solanki R. Ultra-mini percutaneous nephrolithotomy (UMP): one more armamentarium[J]. *BUJ Int*, 2013, 112(7): 1046-1049.
30. Rassweiler J, Rassweiler MC, Klein J. New technology in ureteroscopy and percutaneous nephrolithotomy[J]. *Curr Opin Urol*, 2016, 26(1): 95-106.
31. 李勇, 陈在贤. 输尿管镜下钬激光治疗输尿管结石的临床研究[J]. *重庆医学*, 2017, 46(26): 3666-3667.
- LI Yong, CHEN Zaixian. Clinical research of ureteroscopic holmium laser lithotripsy in treating ureteral calculus[J]. *Chongqing Medical Journal*, 2017, 46(26): 3666-3667.
32. 连乐林, 张育周. 输尿管镜气压弹道碎石术与后腹腔镜输尿管切开取石术治疗输尿管上段结石疗效比较[J]. *中国医学创新*, 2017, 14(4): 68-71.
- LIAN Lelin, ZHANG Yuzhou. Comparison of ureteroscopic pneumatic lithotripsy and posterior laparoscopic ureterolithotomy in treatment of upper ureteral calculi[J]. *Medical Innovation of China*, 2017, 14(4): 68-71.
33. AL-Qahtani SM, Gil-Deiz-de-Medina S, Traxer O. Predictors of clinical outcomes of flexible ureterorenoscopy with holmium laser for renal stone greater than 2 cm[J]. *Adv Urol*, 2012, 2012: 543537.
34. Resorlu B, Sancak EB, Resorlu M, et al. Retrograde intrarenal surgery in pediatric patients[J]. *World J Nephrol*, 2014, 3(4): 193-197.
35. Breda A, Angerri O. Retrograde intrarenal surgery for kidney stones larger than 2.5 cm[J]. *Curr Opin Urol*, 2014, 24(2): 179-183.
36. Saglam R, Muslumanoglu AY, Tokatl Z, et al. A new robot for flexible ureteroscopy: development and early clinical results (IDEAL stage 1-2b)[J]. *Eur Urol*, 2014, 66(6): 1902-2100.
37. Clark DL, Connors BA, Evan AP, et al. Effect of shock wave number on renal oxidative stress and inflammation[J]. *BJU Int*, 2011, 107(2): 318-322.
38. Honeck P, Wendt-Nordahl G, Krombach P, et al. Does open stone surgery still play a role in the treatment of urolithiasis? Data of a primary urolithiasis centre[J]. *J Endourol*, 2009, 23(7): 1209-1212.
39. Srisubat A, Potisat S, Lojanapiwat B, et al. Extracorporeal shock wave lithotripsy (ESWL) versus percutaneous nephrolithotomy (PCNL) or retrograde intrarenal surgery (RIRS) for kidney stones[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2014(11): CD007044.

本文引用: 高丙鹏, 李超, 王岩. 泌尿系结石的治疗方法及其最新进展[J]. *临床与病理杂志*, 2017, 37(12): 2726-2731. doi: 10.3978/j.issn.2095-6959.2017.12.036

Cite this article as: GAO Bingpeng, LI Chao, WANG Yan. Treatment methods and recent progress of urinary calculi[J]. *Journal of Clinical and Pathological Research*, 2017, 37(12): 2726-2731. doi: 10.3978/j.issn.2095-6959.2017.12.036