

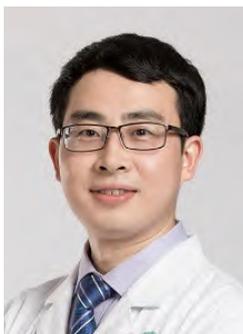
2024年美国泌尿外科学会年会结石领域 手术治疗相关热点研究及解读



苏博兴 肖博 李建兴



专家简介:李建兴,清华大学附属北京清华长庚医院泌尿外科主任,主任医师,副教授。中国医师协会泌尿外科分会副会长兼总干事,北京市医学会泌尿外科学分会副主任委员,中华医学会泌尿外科分会结石学组秘书长,中国尿石联盟副主席,国际尿石联盟副主席,中国人体健康科技促进会泌尿结石专委会主任委员,中国泌尿生殖创新联盟副秘书长,中国妇幼学会新生儿与泌尿学组副主任委员,中国尿石联盟华北结石病防治基地主任委员,中国医学装备协会医用激光装备与技术委员会常委,中国研究型医院协会泌尿外科分会常委,中国《泌尿外科诊疗指南》编委,《吴阶平泌尿外科》输尿管疾病副主编,《中华泌尿外科杂志》《现代泌尿外科杂志》《微创泌尿外科杂志》《泌尿外科杂志(电子版)》《中华腔镜泌尿外科杂志(电子版)》编委。



专家简介:苏博兴,医学博士,清华大学附属北京清华长庚医院泌尿外科主治医师。中国医师协会泌尿外科分会感染协作组秘书,中国医师协会泌尿外科分会转化学组委员,中国人体健康科技促进会泌尿结石专委会委员。专业擅长复杂泌尿系结石的微创治疗。承担国家自然科学基金、北京市自然科学基金等多个科研项目,参与首都特色临床课题、首发专项课题等多项重点研究项目。多次受邀参加美国泌尿外科年会、世界腔镜泌尿外科年会进行研究成果展出。发表多篇高水平论文。

【摘要】 本文主要总结2024年美国泌尿外科年会中泌尿系结石的手术治疗研究热点,并从手术治疗相关基础研究,不同术式对比的多中心随机对照试验,手术并发症相关研究,新器械新设备研究,机器人辅助及人工智能在结石手术中的应用等五大方面进行分享及解读。

【关键词】 泌尿系结石; 电动力给药(EMDA); 热损伤; 输尿管软镜; 经皮肾镜; 输尿管狭窄; 脓毒血症; 飞秒激光; 光子碎石术; 机器人手术; 人工智能

Hot research and interpretation of surgical therapy for stone disease in the annual meeting of American Urology Association in 2024 Su Boxing, Xiao Bo, Li Jianxing. Department of Urology, Beijing Tsinghua Changgung Hospital, School of Clinical Medicine, Tsinghua University, Beijing 102218, China
Corresponding author: Li Jianxing, Email: ljx1@sina.com

DOI: 10.3877/cma.j.issn.1674-3253.2024.04.001

基金项目:北京市自然科学基金(7222239);首府地区公立医院高水平临床专科建设示范工程,内蒙古自治区人民医院-北京郭应禄泌尿外科发展基金会(12024C06012)

作者单位:102218 北京,清华大学附属北京清华长庚医院泌尿外科,清华大学临床医学院

通信作者:李建兴, Email: ljx1@sina.com

【Abstract】 This article mainly summarizes the research hotspots on surgical treatment of urinary tract stones at the Annual meeting of American Urological Association. The basic research related to surgical therapy, multi-center randomized controlled trials comparing different surgical methods, surgical complications related research, research on new instruments and equipment, and the application of robot-assisted and artificial intelligence in stone surgery were shared and interpreted.

【Key words】 Stone disease; Electromotive drug administration; Heat damage; Flexible ureteroscope; Percutaneous nephrolithotomy; Ureterostenosis; Sepsis; Femtosecond laser; Photonic lithotripsy; Robotic surgery; Artificial intelligence(AI)

2024年5月3日至6日美国泌尿外科学会(American Urological Association, AUA)年会在圣安东尼奥市顺利召开,会议涵盖了肿瘤、结石、尿控、男科等全部泌尿外科细分亚专业,在泌尿系结石领域主要讨论交流了包括基础研究与病理、流行病学与代谢评估、药物与饮食治疗以及手术治疗等四大版块,其中手术治疗结石的诸多进展更是大家关注和讨论的热点。目前泌尿系结石的手术治疗主要以内镜下治疗为主,也包括体外冲击波碎石术、腹腔镜下肾盂或输尿管切开取石术,而开放的肾切开取石术已经很少使用。内镜下手术治疗包括经皮肾镜手术、输尿管硬镜和软镜手术,常用的碎石手段主要包括激光、超声及气压弹道等。本文主要就此次会议中手术治疗版块新进展及相关热点进行分享和解读。

一、泌尿系结石手术治疗相关基础研究

该部分内容主要包括用体内或体外实验的方式去研究解决手术中遇到的一些具体情况,如输尿管条件不佳时的处理、激光热损伤、肾盂内压增高等问题。

输尿管软镜鞘的置入在输尿管软镜手术中至关重要,但却受到输尿管条件的限制。平滑肌松弛剂虽然能增加输尿管的延展性,但由于尿路上皮的穿透力较差,它们的药效也会减弱。已有报道使用电刺激给药(electromotive drug administration, EMDA)方式可使药物更好地穿过膀胱尿路上皮层,来自美国加州大学尔湾分校的Gao等^[1]在活体猪模型中分别将阿夫唑嗪、异丙肾上腺素、氨茶碱三种药物通过输尿管逆行插管后EMDA给药方式递送入单侧输尿管,以对侧未给药输尿管作为对照,比较其对输尿管延展性的影响,结果发现给予阿夫唑嗪后输尿管扩张效果最佳,而其他两种药物对输尿管的影响与对照组差异无统计学意义。因此得出结论,使用EMDA方式给予阿夫唑嗪可显

著增加输尿管的延展性。该研究对术中困难输尿管的处理提供了新的解决方案。

经皮肾镜手术中肾盂内压增高是导致术后菌血症甚至脓毒症性休克的主要原因,更细的皮肾通道虽然减少了手术创伤但有增加肾盂内压的风险,负压吸引鞘的出现是否能解决这一问题呢?有研究通过随机对照试验对比了24 F标准通道、18 F负压吸引微通道及17.5 F非负压吸引微通道碎石手术术中的肾盂内压情况,研究共纳入30例患者,将压力传感器以逆行输尿管插管的方式置入肾盂内进行实时测压,术中采用重力滴注的方式进行灌注,结果发现24 F皮肾通道组碎石过程中的肾盂压力均最低,非负压吸引微通道组则显著高于其他两组(19.09 vs 24.15 vs 41.8 mmHg, $P=0.019$)^[2]。

无论是高功率钬激光还是铥激光都有可能在碎石过程中因为过量产热导致肾损伤,但以往从来没有研究证实或量化过这种损伤。来自美国的研究人员Yaghoobian等^[3]通过随机对照试验对比了接受这两种激光进行软镜手术处理肾结石的患者,并以仅接受输尿管或膀胱镜检查的患者为对照,收集各组患者术前、术后1 h及术后第10天尿液样本,并检测比较其中肾损伤标志物 β_2 微球蛋白、中性粒细胞明胶酶相关脂质运载蛋白及肾损伤分子-1的表达量。结果发现接受两种激光碎石术的患者尿液中肾损伤标志物含量在术后1 h及第10天均高于各自术前水平及对照组相应时间点水平,但两种激光碎石术后患者肾损伤标志物的变化趋势相同且含量差异无统计学意义。该研究从一定程度上说明两种激光的热损伤无显著差异,但讨论认为仍需进一步研究激光能量导致的热损伤与损伤标志物所反应的肾损伤之间的关系。

二、泌尿系结石手术治疗中不同术式对比的多中心随机对照试验(RCT)

对于输尿管上段直径1.5~2.0 cm结石的治

疗一直有多种选择,包括输尿管软镜、经皮肾镜及腹腔镜下输尿管切开取石术。有研究通过随机对照试验对比了这几种术式的安全性及有效性,研究共纳入105例患者,每组各35例,研究发现一期清石率软镜组、肾镜组、腹腔镜下输尿管切开组分别为74.3%、80%及100%,经过体外碎石、物理排石等辅助治疗后三组的最终清石率分别80%、91.4%及100%,三组的平均手术时间分别为(61±8)、(76±5)及(85±8)min,术后并发症发生率差异无统计学意义^[4]。因此以上三种术式并没有完全的优或劣,根据患者、设备及医师对各种术式的掌握情况等综合考虑,选择最适合的治疗方式尤为重要。

对于肾下盏直径<1cm结石,如果没有体外碎石禁忌,AUA、欧洲泌尿外科学会(European Urological Association, EAU)等国内外各大指南都认为体外碎石及输尿管软镜均可做为一线选择,但对于直径>2cm的肾结石,指南则推荐经皮肾镜做为首选而不推荐输尿管软镜^[5-6]。随着软镜及激光技术的进步,软镜碎石术会不会完胜体外碎石术,并突破2cm处理上限呢?来自剑桥大学的Wiseman等^[7]进行了两项多中心、开放标签随机对照研究,对目前的指南发起了挑战,分别从患者生活质量、临床疗效及成本效益等多角度对比了体外碎石和输尿管软镜在处理肾下盏直径<1cm结石时的优劣(PUrE1 RCT)^[7]以及输尿管软镜和经皮肾镜处理肾下盏直径1.0~2.5cm结石的优劣(PUrE2 RCT)^[8]。两项研究分别纳入461例及159例患者,研究的主要临床观察指标均为使用EQ-5D-5L量表测量的健康状况曲线下面积(每周评估1次,直至术后12周),主要经济学观察指标均为随机后12个月的每质量调整寿命年的增量成本。PUrE1 RCT研究结果提示两组患者术后12周内平均健康状况差异无统计学意义,且软镜组的结石清除率较体外碎石高(72% vs 36%),但体外碎石经济成本更低。PUrE2 RCT研究结果提示两组患者术后12周内平均健康状况肾镜组较软镜组高,肾镜组结石清除率也高于软镜组(71% vs 48%),且肾镜组经济成本更低。这两项研究的主要局限性在于治疗方式对患者及医师无法设盲,因此可能产生偏倚。总的来说这两项研究结果仍支持目前指南的推荐,但进一步结果仍然值得期待。

三、泌尿系结石手术治疗并发症相关研究

输尿管软镜碎石术中需常规留置输尿管软镜鞘,既往有研究统计对于未提前预置支架管的患者,直接放置12/14F输尿管软镜鞘有46.5%的患者可出现输尿管损伤,其中86%为黏膜损伤,10%肌层为损伤^[9]。然而这些输尿管壁的损伤是否最终会导致输尿管狭窄却未见报道。一项来自美国的研究回顾性分析了543例因上尿路结石行输尿管软镜碎石术的患者并随访3~6月^[10]。输尿管狭窄被定义为术后CT或超声显示有新发肾积水、肾动态T1/2时间超过20min或同侧再次内镜检查发现狭窄。既往有同侧输尿管狭窄或狭窄部位在结石嵌顿处的患者被排除。按照输尿管损伤的程度(PULS)被分为4级,0级为无损伤,1级为黏膜层损伤,2级为肌层损伤,3级为输尿管全层损伤并暴露周围脂肪。结果显示各级损伤发生后输尿管狭窄的发生率分别为PULS 0为0%(0/235),PULS 1为0.48%(1/208),PULS 2为1.1%(1/92),PULS 3为13.33%(2/15),与0~1级相比2~3级损伤术后输尿管狭窄的发生率显著增加($P<0.0001$)。

尿源性脓毒血症是泌尿系结石内镜手术后严重并发症之一,目前为止血白细胞、C反应蛋白、降钙素原(PCT)是使用最广泛的脓毒症预测指标。血单核细胞分布宽度(monocyte distribution width, MDW)已在初步研究中被认为对脓毒症有诊断价值,来自意大利的研究团队进一步评估了MDW能否被用于肾及输尿管结石术后脓毒症患者的早期诊断,并作为一个评价患者对治疗反应性的指标^[11]。研究共纳入了因肾或输尿管结石行支架管置入或肾造瘘术的107例患者,按照Spesis-2诊断标准共有32.3%的患者出现了脓毒症,术前MDW在脓症患者中显著升高[(31±10) vs (22±6); $P<0.01$],MDW≥23时与出现脓毒症显著相关($P<0.01$),并且MDW在术后显著下降,并在出院时回到正常水平。虽然该研究并未将MDW与PCT等常规指标进行对比,但由于MDW检测耗时较短,因此可与血白细胞、qSOFA评分等联合使用,综合评估患者是否出现了脓毒症。

经皮肾镜手术目前是直径>2cm结石处理的金标准,术后常见并发症包括出血、感染、周围脏器损伤等,然后对于经皮肾镜手术后急性肾损伤(AKI)却经常被研究者忽略,少有报道。按照KDIGO诊断标准,术后AKI被定义为术后48h内血肌酐水平升高≥26.4μmol/L或增加超过基线

水平的1.5倍。Song等^[12]回顾性分析了690例行经皮肾镜手术的患者,其中38(5.51%)例发生了术后AKI,通过多因素分析发现,男性[OR 2.65, 95%CI(1.09~6.42), $P=0.03$],孤立肾[OR 3.48, 95%CI(1.43~11.61), $P=0.006$],术前肾功能不全[OR 1.99, 95%CI(1.48~2.66), $P<0.001$]以及术前血钙水平[OR 1.75, 95%CI(1.03~2.96), $P=0.03$]是术后发生AKI的独立危险因素。

四、泌尿系结石手术治疗相关新器械新设备的研究

目前泌尿外科腔内碎石手术中最常用的激光为钬激光,但钬激光由于其水吸收特性在碎石过程中会产生大量热量,如果不及时排出会引起输尿管热损伤,导致输尿管狭窄等问题,同时碎石过程中由于其爆破作用产生的粉尘也会影响手术视野。近红外飞秒激光由于其具有极短的脉冲宽度(10^{-15} s)和高峰功率,可用于精确切割各种物质包括金属及有机物等,被用于材料加工、眼科手术等领域,并且产生极少的热量及更小的冲击波。一项来自日本的研究在体外实验中对比了飞秒激光(波长800 nm,脉宽100 fs)及钬激光(波长2100 nm,脉宽20 μ s)处理各种类型肾结石的效果及产热情况^[13]。结果发现相对于钬激光,无论是在空气还是水介质中,飞秒激光可以更锋利地切割各种类型结石,并且产生的结石位移和温度变化更小。飞秒激光碎石虽然目前只是在体外实验阶段但仍给我们提供了激光碎石新的可能,随着技术的进步,这种高效切割、低产热的激光或许在不久的将来会应用于临床。

目前临床常用的碎石手段包括内镜碎石及体外冲击波碎石。光子碎石术(photonic lithotripsy, PL)是一种正在研发的非接触式碎石方式,它利用低强度(<5 W),近红外激光激发光子纳米颗粒后所产生的光热或者光声能量来进行碎石。来自美国克利夫兰的研究团队在大会上介绍了使用改良的靶向光子纳米颗粒进行光子碎石的一项体外实验^[14]。将直径约4 mm的人磷酸钙结石分别浸泡于10 mg/ml的光子纳米颗粒(多羟的富勒烯, PHF)或改良靶向光子纳米颗粒(二磷酸盐多羟的富勒烯, tPHF,可靶向与磷酸钙结石结合)溶液中,浸泡10~30 min后去除溶液,在距结石20 mm的位置使用785 nm近红外激光(1 W)照射,直至结石崩解,然后对比两组结石粉末化的程度。结果

发现tPHF组的结石碎块体积更小,碎石效果更明显。而且随着在溶液中浸泡时间越长,碎石效果越明显。然而在去除PHF或激光能量后结石并不能粉碎。该研究虽然同样为体外实验,但为非接触式碎石提供了一种新的可能。

输尿管支架管是泌尿外科最常用的引流耗材,生物膜形成及结痂附着是其主要的并发症之一。来自中国的研发团队研发了一种固化聚乳酸壳聚糖及环丙沙星的多巴胺涂层聚氨酯支架^[15]。在后续的体外研究中使用扫描电子显微镜、X射线光子能谱及抗菌实验等检查支架管的抗细菌生物膜形成能力,并将支架管与肾小管上皮细胞共培养以检测其生物相容性,最后使用小鼠草酸钙结石模型检测支架管的抗结痂形成能力。结果显示该支架管具有良好的抗大肠埃希菌增殖及生物膜形成能力,无毒性,并且能减少结痂形成。该支架管的进一步临床研究结果值得期待。

五、泌尿系结石手术治疗中机器人辅助及人工智能的应用

机器人辅助的腹腔镜手术已经广泛应用于临床,灵巧的机械臂协助医师完成更精准的手术操作并获得更好的人体工程学体验。在泌尿系结石腔内手术领域机器人辅助技术虽起步较晚,但目前也在蓬勃发展阶段。一项来自国外的前瞻性观察性研究首次报道了其使用ILYTM机器人辅助输尿管软镜系统的经验^[16]。该款机器人系统可适配多种输尿管软镜和软镜鞘,由类似于游戏机手柄的无线控制器操纵,并带有呼吸补偿及路径记忆功能。研究共纳入了29例患者,完成了31例肾单位的结石手术。处理的结石平均体积为 $1\ 313.37\ \text{mm}^3$,平均手术时间为83.77 min,机器人安装准备时间平均8.26 min,激光碎石时间平均44.24 min,最终结石清除率93.55%,术后第一天患者均可出院,并发症发生率为9.68%,且均为支架管相关的Clavien-Dindo I级别并发症,无手术器械相关并发症,然而该研究并未将机器人辅助软镜的手术效果与医师手动操作软镜的手术效果进行比较。类似的机器人辅助软镜系统还有RusserTM、ZamenixTM等^[17]。随着机器人辅助软镜系统的应用增多,有研究对其手术效果的评估也提出了更高的标准,即完全清石、当日出院、无高级别并发症(III~IV级)的“三连胜”要求^[18]。

除了机器人辅助软镜手术外,机器人辅助经

皮肾镜的临床应用也成为本次会议的热点。有研究团队介绍了其使用 MONARCH™ 经皮肾镜机器人平台进行肾结石手术的临床研究^[19]。该平台包括机器人输尿管软镜监视及碎石、电磁导航经皮肾穿刺、机器人经皮可调向负压吸引管及一个整合的负压吸引及灌注系统。手术过程中患者取俯卧位,在电磁导航下完成经皮肾穿刺,工作通道扩张至 18 F 后顺行置入 15 F 可调向负压吸引管,结石的观察及粉碎则是通过输尿管软镜完成的,结石碎块则由经皮负压吸引管吸除。术中负压吸引及灌注系统、机器人经皮负压吸引管及输尿管软镜都可通过集成的控制手柄操作。研究共纳入了 13 例患者,有 12 例患者顺利完成手术,1 例患者在手术最后阶段因机械故障需要手动操作。平均结石体积为 1 631.77 mm³,所有结石均通过单一皮肾通道清除,平均手术时间 187 min,术后 30 d 行 CT 检查评估结石清除率为 57.0%,术后并发症发生率为 23.1%,均为 Clavien-Dindo I ~ II 级并发症。除此之外也有研究报道了 X 线引导下经皮肾穿刺机器人 ANT-X™ 的临床研究结果,也取得了不错的效果^[20]。

人工智能技术包括机器学习、深度学习、计算机视觉及自然语言处理四大块内容,目前已经开始应用到医疗领域的各个方面,结石手术领域也不例外。此次会议上有多篇相关报道,如通过计算机视觉模型自动分析软镜碎石术中所产生的结石粉末来预测结石是否被完全清除^[21],在输尿管软镜手术中实时测量结石碎块大小^[22],使用深度卷积神经网络模型分析输尿管软镜术中图像来实时预测尿路结石成份等^[23],也有研究对比了不同大语言模型在包括手术相关介绍、患者教育等方面的表现^[24]。在不久的将来,预计人工智能技术可能会嵌入到各种手术设备中并在泌尿系结石领域的应用越来越广泛。

总之,此次 AUA 年会结石手术治疗领域相关研究内容丰富精彩,医工结合、人工智能技术的进步带来了更多满足临床需求的设备及软件,大规模多中心随机对照临床试验一次又一次挑战指南,本文简略介绍了相关研究热点,希望大家提供一些新的研究思路,也相信未来会有更多来自国内的高质量临床研究在国际舞台上崭露头角。

参 考 文 献

[1] Gao BM, Orange CA, Sharifi SH, et al. In-vivo acute ureteral dilation using electromotive drug administration (EMDA) in the porcine ureter[J/OL]. J Urol, 2024, 211(5S): e185

- [2] Khargi R, Gupta K, Ricipito A, et al. Intrarenal pressures (IRP) during percutaneous nephrolithotomy (PCNL): randomized control trial comparing 24F to miniPCNL suction (s-mPCNL) and miniPCNL non-suction (ns-mPCNL) sheaths[J/OL]. J Urol, 2024, 211(5S): e749.
- [3] Yaghoubian A, Gupta K, Connors C, et al. A randomized trial assessing renal damage caused by new high power lasers during ureteroscopic laser lithotripsy[J/OL]. J Urol, 2024, 211(5S): e983. [2024-05-01].
- [4] Zoerir A, Zaghoul T, Mamdoh H, et al. Comparison of transperitoneal laparoscopic ureterolithotomy, retrograde flexible ureteroscopy, and mini-percutaneous antegrade ureteroscopic lithotripsy in the management of large proximal ureteral stones (1.5-2 cm): a prospective randomized trial[J/OL]. J Urol, 2024, 211(5S): e481.
- [5] Türk C, Petfik A, Sarica K, et al. EAU Guidelines on interventional treatment for urolithiasis [J]. Eur Urol, 2016, 69(3): 475-82.
- [6] Jiang P, Xie L, Arada R, et al. Qualitative review of clinical Guidelines for medical and surgical management of urolithiasis: consensus and controversy 2020 [J]. J Urol, 2021, 205(4):999-1008.
- [7] Wiseman O, Smith D, Starr K, et al. PUR E RCT 1: clinical and cost-effectiveness of flexible ureterorenoscopy and extracorporeal shockwave lithotripsy for lower pole stones ≤ 10 mm [J/OL]. J Urol, 2024, 211(5S): e980.
- [8] Smith D, Wiseman O, Starr K, et al. PUR E RCT 2: clinical and cost-effectiveness of furs and percutaneous nephrolithotomy for lower pole stones 10-25mm [J/OL]. J Urol, 2024, 211(5S): e980.
- [9] Traxer O, Thomas A. Prospective evaluation and classification of ureteral wall injuries resulting from insertion of a ureteral access sheath during retrograde intrarenal surgery[J]. J Urol, 2013, 189(2): 580-584.
- [10] Cumpanas AD, Lavasani SA, Saadat S, et al. Ureteral strictures following ureteroscopic ureteral wall injury: a previously unidentified concern[J/OL]. J Urol, 2024, 211(5S): e750.
- [11] Baiamonte D, Lampasona I, Altomare S, et al. Monocyte distribution width (MDW) to diagnose urosepsis in patients with urinary stones and to monitor their responses to therapies in an emergency setting [J/OL]. J Urol, 2024, 211(5S): e662.
- [12] Song H, Xiao B, Hu W, et al. Incidence and risk factors of acute kidney injury after percutaneous nephrolithotomy[J/OL]. J Urol, 2024, 211(5S): e1268.
- [13] Tanaka Y, Yoshimura Y, Hamamoto S, et al. A new surgical technology with femtosecond lasers towards no thermal injury in endoscopic surgery[J/OL]. J Urol, 2024, 211(5S): e483.
- [14] Houlihan I, Avisha Pandey A, Smita De S, et al. Effect of stone-targeting nanomaterials on fragment size using photonic lithotripsy[J/OL]. J Urol, 2024, 211(5S): e483.
- [15] Wang Z, Han P, Lu P, et al. In vitro and in vivo studies on bacteria and encrustation resistance of PLA-Ciprofloxacin-coating ureteral stent application[J/OL]. J Urol, 2024, 211(5S): e485.
- [16] Chawareb EA, Zein M, Baba BE, et al. Prospective clinical assessment of the ILY robotic flexible ureteroscopy platform[J/OL]. J Urol, 2024, 211(5S): e487.
- [17] Kim J, Ketsuwan C, Song KS, et al. First Feasibility of laser lithotripsy in robotic-assisted retrograde intrarenal surgery using

- zamenix in an in-vitro model[J/OL]. J Urol, 2024, 211(5S): e488.
- [18] Salah M, Laymon M, Alnawasra H, et al. Optimizing outcome reporting after robotic flexible ureteroscopy for management of renal calculi: introducing the concept of tetrafacta[J/OL]. J Urol, 2024, 211(5S): e36.
- [19] Landman J, Desai M, Patel RM, et al. Percutaneous nephrolithotomy (PCNL): the initial clinical experience[J/OL]. J Urol, 2024, 211(5S): e462.
- [20] Taguchi K, Hamamoto S, Yamashita S, et al. Evaluating the efficacy of robot-assisted fluoroscopic renal puncture in the supine position: a global multicenter first-in-human trial[J/OL]. J Urol, 2024, 211(5S): e462.
- [21] Maciolek K, Lu D, Oguz I, et al. Automated analysis of stone dust during ureteroscopy to predict stone free status using computer vision models[J/OL]. J Urol, 2024, 211(5S): e552.
- [22] Krueger A, Smith DM, Parzych AT, et al. Impact of integrated, real-time digital measurement on surgeon decision making in ureteroscopic stone surgery[J/OL]. J Urol, 2024, 211(5S): e982.
- [23] Luo D, Wang B, Liu Y, et al. The study of automatic recognition of stone components using digital images from intraoperative flexible ureteroscopy[J/OL]. J Urol, 2024, 211(5S): e982.
- [24] Song H, Xia Y, Song Y, et al. Evaluating the performance of different large language models on health consultation and patient education in urolithiasis[J/OL]. J Urol, 2024, 211(5S): e391.
- (收稿日期:2024-05-21)
(本文编辑:阮星星 刘芙蓉)

苏博兴,肖博,李建兴. 2024年美国泌尿外科学会年会结石领域手术治疗相关热点研究及解读[J/OL]. 中华腔镜泌尿外科杂志(电子版), 2024, 18(4): 303-308.

Su BX, Xiao B, Li JX. Hot research and interpretation of surgical therapy for stone disease in the annual meeting of American Urology Association in 2024[J/OL]. Chin J Endourol(Electronic Edition), 2024, 18(4): 303-308.