

输尿管结石术后发生输尿管狭窄的机制 及相关危险因素分析

刘俊炜¹ 杨嗣星^{1Δ}

[摘要] 输尿管结石是泌尿外科常见多发病,绝大多数输尿管结石均可通过腔内治疗解决,而输尿管狭窄是腔镜手术后一种较为严重的晚期并发症,几乎无法完全避免,狭窄可引起患侧肾盂积水,甚至肾功能的不可逆损伤等问题。输尿管结石术后发生输尿管狭窄的机制目前尚不清楚,其相关危险因素也未完全阐明。在这篇综述中,我们尝试通过阅读梳理目前相关临床证据,总结并探讨输尿管结石术后发生输尿管狭窄的可能相关危险因素及机制,为预防和减少腔内治疗结石术后输尿管狭窄提供参考。

[关键词] 输尿管结石;腔内治疗;输尿管狭窄;危险因素

DOI:10.13201/j.issn.1001-1420.2022.06.016

[中图分类号] R693 **[文献标志码]** A

Review of the mechanisms and associated risk factors in the development of ureteral stricture after ureteral calculi surgery

LIU Junwei YANG Sixing

(Department of Urology, Renmin Hospital of Wuhan University, Wuhan, 430060, China)

Corresponding author: YANG Sixing, E-mail: sxyang2004@163.com

Summary Urolithiasis is one of the most common diseases in urology, and endoscopic lithotripsy is usually performed as an effective treatment of ureteral stones. However, ureteral stricture is one of the most serious complications after endoscopic lithotripsy, which can lead to hydronephrosis and irreversible renal function impairment. The mechanism of ureteral stricture after ureteroscopic surgery is still unrevealed, and the relevant risk factors have not been fully elucidated. In this review, we reviewed the current clinical evidence, summarized the risk factors and mechanism of ureteral stricture after ureteroscopic lithotripsy, trying to provide useful information for urologists in evaluating the risks of postoperative ureteral stricture and to reduce or avoid this complication in the future.

Key words ureteral calculi; endoscopic treatment; ureteral stricture; risk factors

输尿管狭窄是常见的医源性上尿路梗阻病因之一,可引起肾脏积水、肾功能受损,重度狭窄导致完全性上尿路梗阻,严重者甚至可造成梗阻侧急性肾功能衰竭^[1-2]。有研究统计医源性因素所致狭窄约占所有输尿管狭窄的35%,此外患者本身的良性疾病如嵌顿性结石、腹膜后纤维化、感染等约占35%,其余为先天性或恶性疾病^[3]。近年来,随着内镜手术治疗结石占比越来越大,输尿管镜碎石术后输尿管狭窄的发生率较开放取石术、经皮肾镜取石术呈现提高态势。相关文献报道输尿管结石手术后输尿管狭窄发生率0.2%~24.0%^[3-4],而其中输尿管镜钬激光碎石术后输尿管狭窄发生率可达3.5~11.2%^[5]。对于输尿管结石术后发生输尿管狭窄的原因及机制,目前未见详实归纳总结报

道,因此,本文将结合文献及本中心的临床经验,对上述问题进行初步探讨,为减少和预防输尿管结石手术后输尿管狭窄提供参考。

1 输尿管结石术后发生输尿管狭窄的病理生理

结石、缺血、机械性损伤、炎症为输尿管狭窄发生的四大主要病因,这些因素在狭窄形成的不同时间段单独或者共同作用,使输尿管管壁发生瘢痕修复,丧失原本的弹性和顺应性,最终造成管腔狭窄。首先,输尿管结石压迫管壁导致组织局部血供障碍,结石长期嵌顿对管壁的压迫缺血易引起输尿管局部黏膜呈炎症样改变,表现为上皮糜烂、间质充血水肿,严重时可有炎性息肉的形成,结石被肉芽组织包裹而形成结石肉芽肿。术中强行进退镜等不当操作可加重输尿管炎症样改变,使输尿管狭窄

¹武汉大学人民医院泌尿外科(武汉,430060)

^Δ审校者

通信作者:杨嗣星,E-mail:sxyang2004@163.com

进一步加重。Yamaguchi 等^[6]报道输尿管病变中有 2 种镜下病变与结石嵌顿有关:一种为水肿性或囊性半球病变,镜下表现为输尿管黏膜细胞水肿;另一种为输尿管黏膜呈绒毛状外观,镜下表现为柱状间充质细胞,这些病变皆可导致输尿管黏膜水肿和纤维化,造成管腔狭窄。其次,手术过程中器械或激光能量对输尿管黏膜的损伤也是不可忽视的一个重要因素。黏膜损伤后产生纤维素样渗出物,大量成纤维细胞在损伤的输尿管处增生,分泌的内皮生长因子、转化生长因子、纤维连接蛋白等参与修复过程,在细胞外基质中出现蛋白多糖、胶原等物质堆积沉淀,导管壁纤维化,最终导致瘢痕组织的形成。此外,黏膜损伤后屏障被破坏,尿液渗入黏膜下组织间隙,刺激输尿管黏膜下组织发生无菌性炎症反应,局部水肿加重缺血损伤,尿液中无机盐沉积在组织和细胞间隙影响正常功能修复,愈发促进瘢痕形成,进而导致输尿管狭窄的发生^[7]。

2 输尿管镜碎石术后发生输尿管狭窄的相关危险因素

2.1 术前相关危险因素

Darwish 等^[8]进行的大型临床研究表明,病程超过 3 个月、结石大小 >1 cm、多发性结石与结石嵌顿皆为输尿管结石术后并发输尿管狭窄的术前相关危险因素,其中结石嵌顿是导致输尿管结石术后输尿管狭窄的最重要因素。结石负荷过大、停留时间过长、被水肿的输尿管黏膜或息肉包裹形成嵌顿结石或黏膜下结石,极易引起输尿管局部血运障碍,严重者术前结石周围输尿管就已有狭窄表现^[9]。在此状态下行输尿管镜下碎石等手术治疗,会极大增加输尿管黏膜损伤的风险。此外,结石平面上方尿管积水扩张也会增加结石术后输尿管狭窄发生的概率^[10]。May 等^[4]回顾性研究发现,35%的结石术后输尿管狭窄患者在行首次 URS 前可见肾积水及尿道梗阻。尽早解除结石嵌顿,保证输尿管血供,能有效减少术后输尿管狭窄的形成^[11]。

除了嵌顿结石外,结石的大小及数量、病程的长度以及结石合并感染、肾脏积水程度、接受体外冲击波碎石术等均为术后输尿管狭窄发生的独立危险因素^[12]。结石的横向直径是结石大小影响的主要危险因素,结石的横径越大,越容易压迫局部黏膜产生水肿,导致结石嵌顿,也更容易导致继发性缺血和狭窄等并发症的发生。除了结石本身的刺激导致了周围炎性增生外,长病程以及复杂性结石往往伴随着各种并发症,如输尿管、肾脏积水或肾积脓等,极大地增加了结石手术的风险;当患者并发泌尿系感染时,输尿管黏膜层面的炎症反应更为明显,更容易导致输尿管损伤部位术后发生粘连、狭窄等情况^[13]。与此同时,最近有研究表明,CT 测量下结石嵌顿处输尿管壁的厚度可以反映局

部炎症的程度^[14]。输尿管黏膜的炎症、间质纤维化、尿路上皮肥厚可引起输尿管水肿、息肉,并可累及周围组织,使结石术后输尿管狭窄风险增加。张志成等^[15]回顾性研究发现,其他因素保持同质化的情况下,输尿管结石病程每增加 3 个月,术后输尿管狭窄的发生率增加 1.213 倍;结石大小每增大 1 个等级(研究将结石大小分为 <0.7 cm、 $0.7\sim 1.0$ cm、 >1.0 cm 3 个等级),术后输尿管狭窄的发生率增加 0.896 倍;术前并发息肉的患者较无息肉的患者术后发生输尿管狭窄的风险提高 2.421 倍。

结石部位与术后输尿管狭窄发生的关联性目前尚无定论。在一项输尿管镜碎石术的全球研究中^[16],发现近段输尿管狭窄的总发生率约为 0.9%,中段狭窄的总发生率约为 1.1%,而远段狭窄的总发生率为 0.7%,分析结果表明三组间差异无统计学意义。然而也有研究表明,与远端或中端输尿管结石相比,近端输尿管由于其特殊的解剖学位置,手术过程中具有更高的穿孔和输尿管剥脱的风险,因而狭窄的发生风险也更高^[17]。

2.2 手术相关危险因素

2.2.1 手术方式

目前输尿管结石主要采取的手术方式包括体外冲击波碎石术、经尿道输尿管硬镜碎石术、输尿管软镜碎石术、经皮肾镜取石术和腔镜切开取石术。体外冲击波碎石术是通过外部能量源产生可穿透身体软组织的冲击波作用于结石,利用其机械应力和空化效应将结石击碎,具有手术时间短、价格低廉、无创伤等优点。这种手术方式对质地较为松散的尿酸结石和感染性结石较为有用,但是对结石密度高于 1000 HU 的单纯或混合性结石作用不大,且冲击波引起的结石较大位移极易导致输尿管黏膜的损伤^[18-19]。同时碎石效果的不确定性导致击碎后小结石形态大小不均,部分锐利的小结石容易在输尿管排出的过程中对黏膜造成刮伤,进而形成瘢痕,也可能导致输尿管狭窄的发生。输尿管镜气压弹道碎石术是通过产生压缩气体驱动治疗探杆击碎结石,和体外冲击波碎石术一样,结石或者探杆撞击输尿管壁的过程极易引起输尿管黏膜的损伤和穿孔,加大术后输尿管狭窄的风险^[20]。同时探杆击碎的结石颗粒较大,需要多次使用取石钳将结石碎片夹出,反复进出镜更容易导致输尿管黏膜损伤^[21]。与上述 2 种手术方式比较,输尿管镜钬激光碎石术是通过激光能量使水产生汽化作用将结石碎为较小的颗粒或粉末,结石位移明显减小,但不当的操作易形成局部高温,使黏膜萎缩形成瘢痕,增加术后狭窄风险^[22]。输尿管软镜对于位置偏上段的输尿管结石治疗具有操作灵活、可视范围大的独特优势,但治疗过程中输尿管软镜通道鞘对于输尿管黏膜的压迫和损伤也是结石术后输尿管狭窄的一大危险因素。存在上

尿路扩张及肾脏积水的上段输尿管结石,以往的治疗也常采取经皮肾镜取石术,其结石清除率高,能极大地减少输尿管黏膜的损伤,但术中及术后出血是其常见且最为危险的并发症,且相较于输尿管镜手术时间较长、费用较高、患者术后恢复时间久^[23]。对于较大的嵌顿性结石,腹腔镜下输尿管切开取石术较以上手术方式更具有优势性,不仅可以直接取出结石,避免冲击波或者激光能量对黏膜的损伤,同时可以直接切除修补术中可见的小段狭窄或者萎缩病变组织,能显著减少术后输尿管狭窄并发症的发生。

2.2.2 钬激光热效应 钬激光是通过水分吸收激光能量形成快速膨胀的等离子体,产生强力冲击波作用于结石上从而粉碎结石,碎石过程中不可避免地伴随着热量的产生与释放^[24]。若激光作用范围波及黏膜,可造成输尿管黏膜的局部热损伤,蛋白质变性坏死,产生明显的输尿管黏膜苍白或者挛缩。即使激光光纤没有直接接触到输尿管壁,也有热损伤输尿管黏膜的风险。虽然单次钬激光作用于组织穿透深度不到 0.5 mm,对输尿管黏膜造成的轻微损伤对其自我修复无显著影响,但反复多次损伤的重叠效果极易致术后形成输尿管狭窄,尤其是环状的黏膜损伤,狭窄程度可随损伤的程度加重。Winship 等^[22]的研究发现,当钬激光功率 ≥ 10 W 时,体外输尿管模型在 1 s 内就能达到损伤组织黏膜的高温。龚春雨等^[25]报道,钬激光功率以功率 40 W,激发 15 s,间歇 5 s 的模式进行碎石,1 min 之内水温可超过 50℃,水温在 115 s 时会超过 70℃,该运作模式会直接引起黏膜及组织的热损伤。同时,使用钬激光在结石与输尿管粘连的地方进行碎石,可严重损害组织黏膜,烧灼效果会进一步导致黏膜和肌层的局部碳化或萎缩塌陷,这也是术后输尿管狭窄的诱因之一。术中钬激光引发的热效应是引起输尿管损伤及狭窄的主要因素。因此,临床医师在处理嵌顿或息肉包裹结石等情况时,可从结石中间未与黏膜接触的位置进行碎石,并需保证一定的液体灌注流量以减少热能影响,避免长时间连续激发激光碎石。将结石碎成小块之后,再对结石碎片与输尿管黏膜接触的部分进行分离,避免激光反复凝切对输尿管黏膜造成的重叠性损伤。

2.2.3 输尿管黏膜内残石 输尿管黏膜内嵌顿残石也是术后输尿管狭窄形成的重要原因之一。Dretler 等^[26]发现输尿管黏膜内嵌结石碎片引起的“结石肉芽肿”周围可观察到炎症和纤维化,嵌入的草酸钙晶体周围可见巨噬细胞和多核巨细胞,认为输尿管黏膜内嵌结石碎片在输尿管狭窄的发生发展中可能发挥重要作用。在手术处理结石时应尽量将结石取尽或碎成粉末冲出,在术后辅以药物排石或震荡排石治疗,避免术后输尿管由于结石嵌顿

诱导炎症反应而形成狭窄。

2.2.4 手术技术 输尿管黏膜损伤、输尿管穿孔是输尿管结石术后输尿管狭窄发生的最重要且直接的原因。Roberts 等^[27]回溯性研究发现,术后发生输尿管狭窄的患者 80% 在术中发生过输尿管穿孔。术后输尿管狭窄的发生率与手术者的经验、操作是否娴熟密切相关。输尿管长期的炎症状态会导致黏膜弹性降低,在此状态下反复地强制性入镜或术中操作不当会导致黏膜撕裂等机械损伤,严重时可直接导致黏膜下假道形成和穿孔出血。在输尿管黏膜充血水肿的情况下,手术中放置安全导丝技巧不当易穿破输尿管黏膜造成黏膜出血或穿孔。研究表明,结石术后输尿管狭窄的发生与术中输尿管穿孔和黏膜损伤的相关度可达 90%~95%^[28]。黏膜下假道通常不会引起严重后果,临床中可通过适当延长输尿管支架管留置时间的方式来促进其自我修复,而输尿管黏膜撕脱或连续性不佳等并发症则需要后续手术处理^[29]。通过提高手术技巧,改变手术处理方式,可减少结石术后输尿管狭窄的发生率。

2.2.5 手术时间及输尿管通道鞘的压迫 在输尿管软镜的手术过程中,需要放置通道鞘来起到支撑输尿管软镜和引流液体的作用。临床研究表明随着手术时间的延长,或鞘直径的增加,通道鞘可对输尿管壁黏膜造成压迫缺血,严重时会导致黏膜不可逆损伤^[30-31]。虽然并无可靠统计学研究证据证明输尿管镜体或通道鞘对输尿管的压迫是术后发生输尿管狭窄的独立危险因素,但多研究结果表明手术时间的延长和直径大的输尿管软镜鞘会增加术后输尿管狭窄发生率^[12,32]。

2.3 术后相关危险因素

上尿路感染慢性炎性刺激可促进局部炎性肉芽组织生长,最终形成输尿管息肉,对输尿管腔造成阻塞。感染严重程度与输尿管黏膜炎性损伤、输尿管狭窄的发生相关,故结石手术后应严格控制感染,尤其应避免因尿路感染产生的脓性分泌物造成的输尿管梗阻^[33-34]。

术中输尿管支架植入是输尿管狭窄发生的保护因素。为保持术后患者输尿管的连续性,提高碎石后的结石清除率,术后常规留置输尿管支架引流尿液,同时也可防止碎石部位输尿管组织水肿、粘连和挛缩狭窄等情况^[35-36]。对于术中发现输尿管损伤的患者,将双 J 管的留置时间适当延长至 8~12 周可以有效降低术后输尿管狭窄的风险。但是也有学者提出不同意见,他们对术后输尿管狭窄患者的回顾性研究中发现输尿管支架置入时间与狭窄的发生率之间并无显著关系,笔者分析可能与延长双 J 管留置时间的患者结石过大、本身曾行多次结石手术或者在术中就存在输尿管损伤及可观察

到的狭窄有关^[12]。

3 总结

总之,输尿管狭窄是输尿管结石术后严重的并发症之一,若能够在患者行手术前预测术后发生输尿管狭窄的风险,进而选择合适的手术方式,术中及术后采取合适的处理方法能够有效减少或避免输尿管狭窄的发生。笔者认为,对于直径较大、数量较多、病程较长的输尿管结石,尤其是并发严重肾积水以及存在输尿管壁黏膜增厚的嵌顿结石,腹腔镜下输尿管切开取石术相对于体外冲击波碎石术和输尿管镜碎石手术而言,结石清除率较高,能减少黏膜内残石的发生,且可规避手术过程中冲击波或者激光能量对黏膜造成的损伤,同时可直接切除镜下狭窄段瘢痕或病变组织,在手术损伤、术后恢复及并发症方面有一定优势^[37]。

现阶段输尿管结石术后发生输尿管狭窄早期较难发现,形成的原因及机制仍存在许多尚待探讨的问题,笔者的经验是常规术后1年内每3个月随访,观察患侧肾积水进展情况,以避免无症状梗阻导致严重的肾功能损害^[38]。对于嵌顿性结石和手术中存在输尿管损伤的患者,影像学随访时间可延长至18个月。在对输尿管结石患者进行手术干预之前,应进行全面的评估,包括结石病史、治疗史和影像学检查,以筛选具有狭窄相关高危因素的患者。对于有结石嵌顿、输尿管壁增厚、术前结石较大(>1 cm)、多发结石、结石病程较长(>3个月)、术中输尿管损伤、有内镜下狭窄的证据以及有感染征象的患者,应在结石手术后随访密切追踪,一旦发现积水加重的情况及早处理,避免形成不可逆的肾脏损害。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] Lucas JW, Ghiraldi E, Ellis J, et al. Endoscopic Management of Ureteral Strictures: an Update [J]. *Curr Urol Rep*, 2018, 19(4): 24.
- [2] Zhu W, Zhu Z, Li Z, et al. A ureteral stricture disease score and classification system: correlation with upper urinary tract reconstructive surgery complexity [J]. *Transl Androl Urol*, 2021, 10(10): 3745-3755.
- [3] Tyrirtis SI, Wiklund NP. Ureteral strictures revisited. . . trying to see the light at the end of the tunnel; a comprehensive review [J]. *J Endourol*, 2015, 29(2): 124-136.
- [4] May PC, Hsi R, Tran H, et al. The Morbidity of Ureteral Strictures in Patients with Prior Ureteroscopic Stone Surgery: Multi-Institutional Outcomes [J]. *J Endourol*, 2018, 32(4): 309-314.
- [5] Kallidonis P, Ntasiotis P, Knoll T, et al. Minimally Invasive Surgical Ureterolithotomy Versus Ureteroscopic Lithotripsy for Large Ureteric Stones: A Systematic Review and Meta-analysis of the Literature [J]. *Eur Urol Focus*, 2017, 3(6): 554-566.
- [6] Yamaguchi K, Minei S, Yamazaki T, et al. Characterization of ureteral lesions associated with impacted stones [J]. *Int J Urol*, 1999, 6(6): 281-285.
- [7] Ueshima E, Fujimori M, Kodama H, et al. Macrophage-secreted TGF- β 1 contributes to fibroblast activation and ureteral stricture after ablation injury [J]. *Am J Physiol Renal Physiol*, 2019, 317(7): F52-F64.
- [8] Darwish AE, Gadelmoula MM, Abdelkawi IF, et al. Ureteral stricture after ureteroscopy for stones: A prospective study for the incidence and risk factors [J]. *Urol Ann*, 2019, 11(3): 276-281.
- [9] Qin C, Yin H, Du Y, et al. Predicting ureteral status below the ureteral calculi in patients undergoing ureteroscopic lithotomy [J]. *Acta Radiol*, 2022, 63(1): 127-132.
- [10] Shen Y, Xiang A, Shao S. Preoperative hydronephrosis is a predictive factor of ureteral stenosis after flexible ureteroscopy: a propensity scores matching analysis [J]. *BMC Urol*, 2021, 21(1): 153.
- [11] 王毅, 于德新. 医源性输尿管损伤和继发狭窄的治疗进展 [J]. *临床泌尿外科杂志*, 2020, 35(9): 752-757.
- [12] Ulvik Ø, Harneshaug JR, Gjengstø P. Ureteral Strictures Following Ureteroscopic Stone Treatment [J]. *J Endourol*, 2021, 35(7): 985-990.
- [13] 范永保, 沈文, 吴义高, 等. 输尿管结石微创术后感染性发热危险因素分析 [J]. *临床泌尿外科杂志*, 2021, 36(11): 897-899.
- [14] Mishra AK, Kumar S, Dorairajan LN, et al. Study of ureteral and renal morphometry on the outcome of ureteroscopic lithotripsy: The critical role of maximum ureteral wall thickness at the site of ureteral stone impaction [J]. *Urol Ann*, 2020, 12(3): 212-219.
- [15] 张志成, 廖继强. 输尿管镜下钬激光碎石术后输尿管狭窄的危险因素分析 [J]. *中国药物与临床*, 2020, 20(8): 1270-1272.
- [16] Perez Castro E, Osther PJ, Jinga V, et al. Differences in ureteroscopic stone treatment and outcomes for distal, mid-, proximal, or multiple ureteral locations: the Clinical Research Office of the Endourological Society ureteroscopy global study [J]. *Eur Urol*, 2014, 66(1): 102-109.
- [17] Abat D, Börekoglu A, Altunkol A, et al. Is there any predictive value of the ratio of the upper to the lower diameter of the ureter for ureteral stone impaction? [J]. *Curr Urol*, 2021, 15(3): 161-166.
- [18] Bhanot R, Jones P, Somani B. Minimally Invasive Surgery for the Treatment of Ureteric Stones-State-of-the-Art Review [J]. *Res Rep Urol*, 2021, 13: 227-236.
- [19] 郭万松, 杨波, 赵航. 体外冲击波碎石术治疗尿路结石研究进展 [J/OL]. *中华腔镜泌尿外科杂志(电子版)*, 2020, 14(5): 393-396.
- [20] Chunlin Y, Wanlin D, Jinhua D. Analysis of the efficacy of holmium laser and pneumatic ballistic in the

- treatment of impacted ureteral calculi[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2020, 99(36):e21692.
- [21] 刘洪志, 彭华, 李硕丰, 等. 钬激光与气压弹道碎石术治疗 ESWL 失败后的输尿管中下段结石的临床疗效比较[J]. *国际泌尿系统杂志*, 2021, 41(5):826-830.
- [22] Winship B, Wollin D, Carlos E, et al. The Rise and Fall of High Temperatures During Ureteroscopic Holmium Laser Lithotripsy[J]. *J Endourol*, 2019, 33(10):794-799.
- [23] Anan G, Kudo D, Matsuoka T, et al. The impact of preoperative percutaneous nephrostomy as a treatment strategy before flexible ureteroscopy for impacted upper ureteral stones with hydronephrosis [J]. *Transl Androl Urol*, 2021, 10(10):3756-3765.
- [24] Traxer O, Keller EX. Thulium fiber laser: the new player for kidney stone treatment? A comparison with Holmium: YAG laser[J]. *World J Urol*, 2020, 38(8):1883-1894.
- [25] 龚春雨, 屈锐, 邓慧卓, 等. 钬激光手术常用功率的热效应初步研究[J]. *中国卫生产业*, 2017, 14(08):55-56.
- [26] Dretler SP, Young RH. Stone granuloma: a cause of ureteral stricture[J]. *J Urol*, 1993, 150(6):1800-1802.
- [27] Roberts WW, Cadeddu JA, Micali S, et al. Ureteral stricture formation after removal of impacted calculi [J]. *J Urol*, 1998, 159(3):723-726.
- [28] Brito AH, Mitre AI, Srougi M. Ureteroscopic pneumatic lithotripsy of impacted ureteral calculi[J]. *Int Braz J Urol*, 2006, 32(3):295-299.
- [29] 叶照华, 米其武, 罗杰鑫, 等. 输尿管结石行输尿管镜下碎石术后并发输尿管狭窄的危险因素分析[J/OL]. *中华腔镜泌尿外科杂志(电子版)*, 2017, 11(1):46-48.
- [30] Dong H, Peng Y, Li L, et al. Prevention strategies for ureteral stricture following ureteroscopic lithotripsy [J]. *Asian J Urol*, 2018, 5(2):94-100.
- [31] Tefik T, Buttice S, Somani B, et al. Impact of ureteral access sheath force of insertion on ureteral trauma: In vivo preliminary study with 7 patients[J]. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg*, 2018, 24(6):514-520.
- [32] Cooper JL, François N, Sourial MW, et al. The Impact of Ureteral Access Sheath Use on the Development of Abnormal Postoperative Upper Tract Imaging after Ureteroscopy[J]. *J Urol*, 2020, 204(5):976-981.
- [33] Mitsuzuka K, Nakano O, Takahashi N, et al. Identification of factors associated with postoperative febrile urinary tract infection after ureteroscopy for urinary stones[J]. *Urolithiasis*, 2016, 44(3):257-262.
- [34] Wang K, Wang G, Shi H, et al. Analysis of the clinical effect and long-term follow-up results of retroperitoneal laparoscopic ureterolithotomy in the treatment of complicated upper ureteral calculi (report of 206 cases followed for 10 years)[J]. *Int Urol Nephrol*, 2019, 51(11):1955-1960.
- [35] Werthemann P, Weikert S, Enzmann T, et al. A Stent for Every Stone? Pretesting Habits and Outcomes from a German Multicenter Prospective Study on the Benchmarks of Ureteroscopic Stone Treatment (BUSTER) [J]. *Urol Int*, 2020, 104(5-6):431-436.
- [36] Ordonez M, Hwang EC, Borofsky M, et al. Ureteral stent versus no ureteral stent for ureteroscopy in the management of renal and ureteral calculi[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2019, 2:CD012703.
- [37] 郑树江, 安海泉. 输尿管镜下钬激光碎石术后并发输尿管狭窄的回顾分析[J]. *世界最新医学信息文摘*, 2019, 19(48):12-13.
- [38] Inoue T. Editorial Comment to Dual ureteral stent placement after redo laser endoureterotomy to manage persistent ureteral stricture[J]. *IJU Case Rep*, 2020, 3(3):96.

(收稿日期:2021-10-16)

(上接第 477 页)

- [29] Shin D, Kim EH, Lee J, et al. Nrf2 inhibition reverses resistance to GPX4 inhibitor-induced ferroptosis in head and neck cancer[J]. *Free Radic Biol Med*, 2018, 129:454-462.
- [30] Hangauer MJ, Viswanathan VS, Ryan MJ, et al. Drug-tolerant persister cancer cells are vulnerable to GPX4 inhibition[J]. *Nature*, 2017, 551(7679):247-250.
- [31] Markowitsch SD, Schupp P, Lauckner J, et al. Artesunate Inhibits Growth of Sunitinib-Resistant Renal Cell Carcinoma Cells through Cell Cycle Arrest and Induction of Ferroptosis[J]. *Cancers(Basel)*, 2020, 12(11):3150.
- [32] Schonberg DL, Miller TE, Wu Q, et al. Preferential Iron Trafficking Characterizes Glioblastoma Stem-like Cells[J]. *Cancer Cell*, 2015, 28(4):441-455.
- [33] Mai TT, Hamaï A, Hienzsch A, et al. Salinomycin kills cancer stem cells by sequestering iron in lysosomes[J]. *Nat Chem*, 2017, 9(10):1025-1033.
- [34] Shen Z, Song J, Yung BC, et al. Emerging Strategies of Cancer Therapy Based on Ferroptosis[J]. *Adv Mater*, 2018, 30(12):e1704007.
- [35] Wang S, Li F, Qiao R, et al. Arginine-Rich Manganese Silicate Nanobubbles as a Ferroptosis-Inducing Agent for Tumor-Targeted Theranostics [J]. *ACS Nano*, 2018, 12(12):12380-12392.

(收稿日期:2021-08-24)