

体外冲击波碎石术中国专家共识

徐彦¹ 顾晓箭¹ 张东方² 李建兴³ 陈斌⁴ 许长宝⁵ 俞蔚文⁶ 肖克峰⁷ 陈雪花¹
马雪中¹ 袁敬东⁸ 苏博兴³ 白培德⁴ 江洪涛⁷ 何玮⁹ 叶章群⁹

[摘要] 体外冲击波碎石术 (extracorporeal shock wave lithotripsy, ESWL) 是上尿路结石安全、有效的微创治疗方法。鉴于目前国内在 ESWL 的应用方面存在一些问题,为进一步优化、规范 ESWL 的诊疗操作,由中华医学会泌尿外科学分会结石学组和中国泌尿系统结石联盟组织国内专家,参考国内外最新研究成果,对高水平证据的文献进行评估、总结,结合临床实践经验,充分讨论后编制此专家共识。

[关键词] 体外冲击波碎石术;泌尿系结石;专家共识

DOI:10.13201/j.issn.1001-1420.2024.04.001

[中图分类号] R691.4 **[文献标志码]** A

Chinese expert consensus on extracorporeal shock wave lithotripsy

XU Yan¹ GU Xiaojian¹ ZHANG Dongfang² LI Jianxing³ CHEN Bin⁴ XU Changbao⁵
YU Weiwen⁶ XIAO Kefeng⁷ CHEN Xuehua¹ MA Xuezhong¹ YUAN Jingdong⁸
SU Boxing³ BAI Peide⁴ JIANG Hongtao⁷ HE Wei⁹ YE Zhangqun⁹

(¹Department of Urology, Jiangsu Province Hospital of Chinese Medicine, Nanjing, 210029, China; ²Department of Urology, Eighth Affiliated Hospital of Sun Yat-sen University; ³Department of Urology, Beijing Tsinghua Changgung Hospital Affiliated to Tsinghua University; ⁴Department of Urology, First Affiliated Hospital of Xiamen University; ⁵Department of Urology, Second Affiliated Hospital of Zhengzhou University; ⁶Department of Urology, Zhejiang Provincial People's Hospital; ⁷Department of Urology, Shenzhen People's Hospital; ⁸Department of Urology, Wuhan First Hospital; ⁹Department of Urology, Tongji Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology)

Corresponding authors: XU Yan, E-mail: yfy132@njucm.edu.cn; YE Zhangqun, E-mail: zhangqun_ye@163.com

Abstract Extracorporeal shock wave lithotripsy (ESWL) is a safe and effective minimally invasive treatment method for upper urinary tract stones. Considering the existing issues in the application of ESWL in the country, in order to further standardize the therapeutic procedures of ESWL, the Calculi Group of Chinese Urology Association and Chinese Urolithiasis Consortium have organized domestic experts to evaluate and summarize the latest research findings both domestically and internationally, referencing high-level evidence-based literature. Combining this with clinical practice experience, this expert consensus has been developed through thorough discussions.

Key words extracorporeal shock wave lithotripsy; urinary stones; expert consensus

泌尿系结石是泌尿系统常见疾病之一,我国泌尿系结石整体发病率为 1%~5%,南方地区高达 5%~10%,从近 30 余年数据分析,我国泌尿系结石发病率呈现下降趋势^[1-2],但基于庞大的人口基数和高复发率,仍然明显降低了患者的生活质量并

增加如心血管疾病、糖尿病、肾功能不全、肥胖、骨折等合并症的风险,严重影响人民健康^[2-3],尿石症治疗和预防工作至关重要。体外冲击波碎石术 (extracorporeal shock wave lithotripsy, ESWL) 的技术核心是将冲击波能量传导并汇聚定位到体内结石焦点上,以极高的能量来粉碎尿路结石。在腔内微创碎石技术高度发展的当前,ESWL 仍然是上尿路结石的首选治疗方案之一^[4]。中国的 ESWL 自 80 年代中期开始起步,已经走过近 40 年发展历程,根据中国目前 ESWL 的应用现状,为了在更规范、安全、高效的基础上促进该技术优化和发展,中华医学会泌尿外科学分会和中国泌尿系结石联盟专家组围绕 ESWL 适应证选择、禁忌证筛查、围治疗期与操作技术、并发症处理、随访等方面对高水平证据的文献进行评估、总结、充分讨论后编制此共识。

¹江苏省中医院泌尿外科(南京,210029)

²中山大学附属第八医院泌尿外科

³清华大学附属北京清华长庚医院泌尿外科

⁴厦门大学附属第一医院泌尿外科

⁵郑州大学附属第二医院泌尿外科

⁶浙江省人民医院泌尿外科

⁷深圳市人民医院泌尿外科

⁸武汉市第一医院泌尿外科

⁹华中科技大学同济医学院附属同济医院泌尿外科

通信作者:徐彦, E-mail: yfy132@njucm.edu.cn; 叶章群, E-mail: zhangqun_ye@163.com

1 适应证与禁忌证

1.1 适应证

①直径 ≤ 20 mm 的肾结石(除外肾下盏结石)及输尿管结石^[5-6]。②肾下盏结石:直径 ≤ 10 mm 可首选 ESWL;直径 10~20 mm,排除 ESWL 的不利解剖因素后,可首选 ESWL^[7]。③直径 > 20 mm 的肾结石或输尿管结石,存在禁忌或无法进行腔镜碎石术的患者,可能需要术前预置输尿管支架及多次 ESWL。④单发,直径 ≤ 20 mm 的膀胱结石,排除下尿路梗阻,可选择 ESWL^[8]。⑤输尿管支架附壁结石:输尿管支架附壁结石导致拔管困难的患者可首选 ESWL 增加拔管成功率^[9]。

1.2 禁忌证

1.2.1 绝对禁忌证 妊娠。

1.2.2 相对禁忌证 ①未纠正的出血性疾病及凝血功能障碍。②未经治疗或严重的心肺疾病、糖尿病、高血压。③未控制/难以控制的尿路感染。④重度肥胖或严重骨骼畸形。⑤结石附近或冲击波路径有血管瘤或其他肿瘤。⑥结石远端尿路梗阻。⑦传染病活动期。⑧肾功能不全。

2 术前准备

2.1 术前检查

2.1.1 实验室检查 血常规、尿常规及凝血功能为 ESWL 前常规检查项目,急性肾绞痛及发热患者推荐增加 C 反应蛋白或降钙素原检测;高龄、合并基础疾病及尿路感染患者应查肝肾功能、血清电解质、尿培养及药物敏感试验^[10]。

2.1.2 影像学检查 超声联合腹部平片应作为 ESWL 术前首选检查。超声和腹部平片不能明确诊断以及复杂性结石患者推荐使用低剂量非增强 CT 或非增强 CT(non-contrast computed tomography, NCCT)。需要进一步明确尿路解剖结构及分肾功能的患者可选择 CT 尿路造影(CTU)或静脉尿路造影(IVU)检查^[11]。双源能谱 CT 可预测结石成分及占比,对优化 ESWL 治疗方案有一定的指导意义^[12-13]。

2.2 术前评估

术前应综合分析病史(包括服药史)、体格检查、实验室检查和影像学检查等,预测 ESWL 的疗效和发生并发症的风险,制定应对措施。

2.2.1 风险评估 出血风险评估:ESWL 治疗肾脏及输尿管上段近端结石尤其需要评估出血风险。高血压(即使治疗时血压正常)、糖尿病和全身性血管钙化患者发生肾包膜下血肿的风险可能增加。当结石附近存在血管异常(血管畸形、血管瘤、血管滤器等)时,选择 ESWL 应慎重。接受抗凝和抗血小板药物治疗的患者存在出血并发症的显著风险,在风险消除前,应避免 ESWL 治疗^[6]。感染风险评估:负荷较大、梗阻时间较长、复杂性结石以及合并糖尿病、免疫功能低下的患者,ESWL 后继发尿路感染的风险增加;感染性结石和术前存在尿路感染的患者,ESWL 后尿源性脓毒症风险增加^[14]。佩戴心脏起搏器的患者一般可接受 ESWL 治疗,

但应由心内科医生具体评估;育龄期女性治疗输尿管下段结石,需考虑冲击波对女性生殖系统的潜在影响,谨慎选择 ESWL。

2.2.2 疗效影响因素 结石因素:结石负荷、部位、成分、CT 值均为 ESWL 疗效的影响因素^[15-16]。结石负荷越大或数量越多,复震的可能性越大。肾盂肾盏结石和膀胱结石较输尿管结石更易被粉碎。成分为一水草酸钙、胱氨酸、二水磷酸氢钙的结石被认为是冲击波抵抗型结石,此类结石直径 > 15 mm 不推荐首选 ESWL^[17]。结石 CT 值 > 1000 HU 时不利于 ESWL^[18]。解剖因素:肾下盏盏颈长度 > 10 mm、盏颈宽度 < 5 mm、尖锐的肾盂肾盏夹角为下盏结石的排石不利因素。尿路畸形可影响排石,导致无石率下降^[19]。既往多次接受 ESWL 及泌尿系统手术的患者需关注上尿路解剖结构的改变。结石梗阻时间越长,程度越严重,ESWL 的成功率越低。结石梗阻并急性肾功能不全的患者,选择 ESWL 需要充分评估。其他因素:体重指数(BMI) > 30 kg/m²、皮肤-结石距离(skin-to-stone distance, SSD) > 110 mm 的患者,结石粉碎的成功率明显下降^[19]。此外,设备状态也是疗效影响因素之一,应严格维护保养,定期校正焦点,及时更换耗材(尤其是波源)。

2.3 术前准备

2.3.1 尿路准备 推荐术前 1 h 饮水 500 mL,以充盈尿路。输尿管下段结石应常规充盈膀胱后再行 ESWL。肾结石若无集合系统扩张,可在 ESWL 期间静脉滴注 0.9%氯化钠联合静推 10 mg 速尿,以增加结石周围的液体,使结石较易被粉碎^[20]。不推荐 ESWL 术前常规预置双 J 管,预置双 J 管既不提高结石清除率,也不降低复治率,并且有可能增加下尿路刺激症状^[21]。但治疗直径 > 20 mm 的结石时,预置双 J 管可降低“石街”发生率^[6]。此外,以下情况应考虑术前预置双 J 管:①孤立肾、移植肾伴肾或输尿管结石;②感染性结石;③输尿管结石并重度肾积水;④双侧上尿路结石合并梗阻或存在梗阻风险;⑤单侧肾、输尿管多发结石或“石街”形成。

2.3.2 肠道准备 当选择冲击波经腹入路时,有必要进行肠道准备。多数患者通过改变体位或排便后可满足 ESWL 治疗要求,部分患者可能需要药物辅助或等待胃肠道反应缓解。此外,ESWL 前长时间禁食和使用泻药可能产生肠道积气,应予避免^[22]。

2.3.3 术前用药 抗生素:术前无须常规预防性使用抗生素,包括短期留置输尿管双 J 管患者^[23]。对尿白细胞轻度增高、亚硝酸盐试验阳性、无症状菌尿患者,有必要术前预防性使用抗生素。留置肾造瘘管或导尿管、近期有尿路感染以及感染性结石等高感染风险患者,术前应使用抗生素治疗^[14]。镇痛及麻醉:大多数患者可耐受 ESWL 治疗而无须镇痛。对疼痛敏感者、肾绞痛急性期,需要镇痛。非甾体类抗炎药比阿片类药物具有更好的镇痛功效^[24],但非甾体类抗炎药有抗血小板聚集作用,对出血风险偏高的肾和输尿管近端结石患者,ESWL

术中镇痛可选择阿片类药物。对有全身性镇痛剂使用禁忌证的患者局部麻醉药物可以作为疼痛管理替代方案^[25]。婴幼儿以及低龄儿童应在麻醉辅助下接受 ESWL 治疗。

2.3.4 抗血栓治疗患者的术前准备 接受抗凝和(或)抗血小板治疗的患者,为降低 ESWL 术后发生严重出血的风险,需要短期停药或者桥接抗血栓治疗。术前应请专科医生会诊,评估停药风险并制定应对方案。在 ESWL 治疗前,低血栓风险患者可在继续使用他汀类药物同时暂停抗血小板药物治疗。口服抗凝药物依据肾功能状态调整停药时间。服用华法林(或维生素 K 拮抗剂药物)的患者只有在依据 INR 值停药并桥接低分子肝素(每日剂量在 2 500~5 000 单位之间)替代的情况下才能接受 ESWL 治疗^[11,26](表 1)。对于中高血栓风险的患者,应推迟 ESWL 或采用其他治疗方案。

表 1 ESWL 术前抗血栓/抗凝药物停药时间建议

低血栓风险情形	药物类别	药物名称	停药时间/d		
①心肌梗死、经皮冠脉介入治疗、冠状动脉旁路移植术、脑卒中 6 个月以后,如存在并发症则 1 年以后;②预防性抗血小板治疗。	抗血小板药	阿司匹林	7~10		
		氯吡格雷	5		
		替格瑞洛	3~5		
		普拉格雷	7		
	抗凝药物	达比加群	2(CrCl < 50 mL/min)	3(CrCl 50~79 mL/min)	
			4(CrCl ≥ 80 mL/min)		
		维生素 K 拮抗药	利伐沙班、阿哌沙班、依多沙班	2(CrCl 15~30 mL/min)	3(CrCl ≥ 30 mL/min)
				2(INR < 2)	3(INR 2~3)
			醋硝香豆素	4(INR > 3)	4(INR < 2)
				华法林	5(INR 2~3)

3 技术操作

冲击波碎石技术应由具有相关资质的医务人员进行操作。操作者应接受所使用设备的专门培训,并且需要定期对设备进行焦点校准。

3.1 结石定位(定位方式)

冲击波碎石机有 X 线和超声 2 种定位方式。X 线定位影像直观,可定位大多数上尿路结石。超声无电离辐射,可实时成像,并且可定位透 X 线结石。双定位碎石机,X 线定位后采用超声实时跟踪有利于提高成功率,同时减少电离辐射^[27]。儿童和备孕患者应尽量采用超声定位。若采用 X 线定位,应告知辐射风险并做好相应防辐射措施。

3.2 冲击径路及体位

术前应充分评估,选择最佳的冲击入路。其选择原则是:①安全:尽量避开肺脏、肝脏、脾脏等重要脏器。②能量衰减最小:SSD 最短,同时尽量避开积气的肠道、骨骼。常用的冲击入路可分为经背侧入路和经腹侧入路。肾结石和髂嵴水平以上的输尿管结石,经背侧入路优于经腹侧;髂嵴水平以下的输尿管结石和膀胱结石可选择经腹侧入路。输尿管下段结石也可选择经坐骨大孔入路^[28]。常用的体位是仰卧位和俯卧位。当选择侧卧或斜侧卧位时,可用沙袋、斜坡垫等固定身体以获得稳定、理想的冲击入路。选择体位时应考虑患者的舒适度以确保能够配合治疗。

3.3 波源耦合

碎石前应常规充盈水囊,确认水囊内部无气泡存在,确保波源与皮肤之间有足量的耦合剂并且紧密贴合。若术中需重新调整体位,应再次确认耦合状态。

3.4 治疗参数

冲击波能量:不同型号的设备,其能量输出强度和范围差异较大,能量作用方式也有所不同。采用 Stepwise power Ramping 策略(阶梯式能量递增策略),由低至高逐渐递增能量,可在低能冲击时诱导靶器官血管收缩,从而减轻高能冲击的肾损伤^[29]。结石成分和结构不同,其初始碎裂的能量水平也存在差异。通过影像学检查预判结石成分,对选择合适的治疗能量有一定的指导意义^[18]。对高血压、糖尿病、肾功能不全、心血管疾病等高风险患者及儿童和 >65 岁的患者,应尽量以较低能量治疗并减少单期冲击次数^[6]。冲击波频率:组织损伤随冲击波频率增加而增加。低频冲击的效果也优于高频^[29-30]。建议冲击频率不超过 1 Hz (60 次/min)。冲击次数和期数:单期 ESWL 的最大冲击次数因设备性能参数的差异未能统一标准^[31],使用时应参照设备说明书。相同的设备,治疗肾结石应采用比输尿管结石更低的能量和冲击次数。建议肾结石冲击次数低于 2 500 次/期,输尿管结石冲击次数低于 3 000 次/期^[4]。

3.5 术中监测

冲击波的中靶率:呼吸运动可导致肾结石和输尿管上段结石冲击波中靶率降低^[22,27]。可通过患者呼吸配合、沙袋压迫腹部、压腹带固定等方法,以减少呼吸运动的影响,提高中靶率;实时超声监测下采取手动触发模式可以提高冲击中靶率。结石状态:术中应密切观察结石形态和位置的改变,超声可实时监测,X 线定位建议每隔 200 次冲击进行观察。充分的透视有利于提高 ESWL 的成功率^[32],但不能为了片面追求成功率而持续增加透视时间。在能量递增过程中,如果结石形态和密度开始发生改变,建议维持或略高于当前冲击能量水平继续治疗;当结石主体碎裂后可逐渐降低能量完成治疗。若术中结石位置已改变,应及时调整冲击部位,必要时暂停冲击并重新定位。疼痛:术中应

密切关注患者疼痛状况,若疼痛无法耐受应暂停治疗并分析原因。如无严重并发症,可通过调整冲击波路径或药物止痛后再行治疗,仍无法耐受者应及时终止治疗。其他:高血压患者建议术中持续监测血压。佩戴心脏起搏器者,术中应监测心律或进行心电监护。

4 并发症的预防及处理

4.1 出血性并发症(血尿、肾包膜下血肿)

几乎所有接受 ESWL 治疗的患者都会在术后出现血尿,且绝大部分无须特殊干预。血尿的严重程度与冲击波的能量水平、冲击次数有关。对于一般血尿患者,可鼓励其多休息,多喝水。对于少数血尿程度较重或持续时间较长和(或)伴发剧烈腰痛的患者,应高度重视,尽快行 B 超或 CT 检查,判断有无肾损伤、肾血肿等可能。

无症状肾血肿发病率为 4%~19%,有症状肾血肿发病率 <1%^[33]。大多数肾包膜下血肿患者都可以采取保守治疗,如卧床、镇痛、止血、抗感染等对症处理,一般 6 周~6 个月内血肿可以自行吸收,血肿较大伴局部压迫症状明显的患者,待血肿稳定后可行超声引导下穿刺引流、抽吸,减轻患者临床症状,对于保守治疗失败的患者,可考虑行选择性肾动脉栓塞。极少数情况下可能需要手术和开放引流,这取决于出血程度、潜在疾病和感染情况^[34-35]。预防措施包括术前严格评估患者是否存在肾脏损伤的危险因素,重点关注有无服用抗凝血药物、高血压是否控制良好,同时规范技术操作,合理选择碎石参数。

4.2 疼痛

ESWL 相关的疼痛包括:局部皮肤疼痛、冲击部位的内脏疼痛和术后排石过程中的肾绞痛。内脏疼痛的程度与碎石机波源类型、冲击位置、冲击电压等有关。ESWL 后肾绞痛发生率为 2%~4%^[36],结石负荷越大,发生率越高。缓解肾绞痛的首选药物为非甾体类抗炎药,阿片类药物可作为二线选择^[37]。此外,联合 α 受体阻滞剂,如坦索罗辛等可减少肾绞痛发作。如果药物无法达到理想的镇痛效果,必要时可选择输尿管支架置入术、经皮肾穿刺造瘘或输尿管镜取石术等外科治疗。疼痛持续不缓解需要行 B 超或 CT 检查以排除肾脏或其他脏器损伤可能。

4.3 尿路感染

ESWL 后菌尿的发生率为 7.7%~23.5%,菌血症的发生率可以高达 14.3%,尿源性脓毒症为 1.0%~2.7%^[38]。多数情况口服或静脉输注抗生素后感染即可控制,如出现发热或体温降低、外周血白细胞升高或降低、心动过速、呼吸急促、血压下降等全身炎症反应(systemic inflammatory response syndrome, SIRS)或休克表现时,应立即按感染性休克处理原则实施治疗。预防措施主要在于重视感染高危患者的 ESWL 围手术期处理。

4.4 石街

石街是 ESWL 后结石碎片在输尿管腔内堆积

所致,发生率为 4%~7%^[39]。对于无症状或无并发症的石街,可以采取药物排石保守治疗。如结石无法自行排出,应选择再次 ESWL 治疗^[40](原则上以低位的龙头结石为粉碎目标,也可由石街近端至远端全段冲击);当出现梗阻、感染或肾功能受损及大颗粒碎石数量较多时,应尽早选择腔内碎石手术处理;石街合并尿源性感染导致发热,可行经皮肾造瘘引流。

4.5 其他

ESWL 后邻近脏器损伤发生多为个案报道,如肝脾包膜下血肿、胰周血肿及脓肿、肠穿孔、输尿管结肠瘘、胃空肠吻合口裂开、乙状结肠血肿、肠梗阻等。确切的机制还不清楚,可能与冲击波的空化效应、患者的体位、冲击波的频率相关^[41]。

5 术后处理及随访

5.1 术后排石

①药物排石治疗:促排石药物包括 α 受体阻滞剂、钙通道抑制剂和磷酸二酯酶 V 型抑制剂(PDEI-5)^[42]。排石过程中肾绞痛可首选非甾体类抗炎药进行缓解。传统中医药被广泛应用于缓解疼痛、促进排石等方面,现代研究发现以金钱草总黄酮提取物为代表的中药单体具有显著的抑石、排石、抗炎等作用^[43]。②体位运动排石:ESWL 后适当的活动和体位排石对清除结石是有帮助的,具体方式取决于结石的体积、部位以及肾脏输尿管的解剖结构^[44]。肾上盏及输尿管上段结石患者在 ESWL 后取立位跳跃,下肾盏结石患者可取倒立位即头低脚高位,高龄及有心脑血管疾病的患者慎用此体位,而肾中盏结石则要求患者保持健侧卧位。马蹄肾结石的患者,可采取俯卧体位进行排石。③物理振动排石治疗(external physical vibration lithocbole, EPVL):EPVL 是国内研创的主动排石技术,能加速 ESWL 后碎石的排出,提高结石清除率;缓解输尿管结石诱发的肾绞痛^[45]。其适应证包括:直径 <6 mm 的上尿路结石(包括腔内碎石及 ESWL 术后);合并肾绞痛的输尿管结石。

5.2 近期随访

ESWL 后首次复查时间为术后 2~4 周,可以首选超声联合腹部平片检查。在超声或腹部平片难以明确时可以选择 CT 平扫^[46]。根据结石粉碎程度、有无残留及尿路梗阻,决定是否采取再次 ESWL 或腔内手术治疗。如存在 >6 mm 残余结石,或反复发作肾绞痛,或尿路梗阻持续,建议再次 ESWL 治疗,肾结石再次 ESWL 间隔至少 2 周^[35],输尿管结石再次 ESWL 间隔最短时间为 24 h^[47]。同一结石 ESWL 总期数不宜超过 3 期,如碎石治疗失败,建议改为其他治疗方式。结石清除率评估时间为最后一期术后 3 个月。完全清石定义为无任何大小结石残留,或残石 ≤ 4 mm 且上尿路解剖正常、无梗阻、无感染等(临床无意义残石)者。无论结石清除与否,均需定期复查。

5.3 远期随访

泌尿系结石具有高复发率的特点,极大影响患

者的生活质量并增加各类合并症的风险,需要按照慢病管理建立完善的远期随访流程,进行系统治疗与预防^[48]。对于无结石残留或 ≤ 4 mm的临床无意义结石患者应进行至少2年的影像随访,残留碎片较大(>4 mm)的患者建议接受进一步的干预措施。对结石复发高风险患者,针对性的药物治疗可以减缓结石或残余碎片的生长,在影像学复查经历36~48个月无明显进展后,可停止随访^[49]。

6 病因诊断与预防

尿路结石病因诊断对于制定结石预防措施有着重要意义^[50]。对所有泌尿系结石患者,建议收集结石碎片行结石矿物成分分析,在进行简单代谢评估的同时按复发风险进行危险因素分层,对于高复发风险类结石患者建议进行完整的代谢评估,必要时进行遗传学检验,力求在病因诊断基础上制定系统的治疗预防方案。所有结石形成者,无论其个人风险如何,都应遵循一般性预防措施,包括高液体摄入量、均衡膳食营养的饮食习惯和生活方式风险的正常化。①日饮水量以每日尿量保持在2 000 mL以上,尿液清亮无色或微黄为标准。②限制钠盐摄入的同时,根据结石成分,合理平衡膳食。含钙结石患者,重点限制草酸的摄入,注意钙的健康摄入,限制过量的动物蛋白摄入。尿酸结石患者宜低嘌呤饮食,鼓励多食用富含枸橼酸钾柑橘类水果;胱氨酸结石患者,宜多摄入以蔬菜、谷物为主的低蛋白饮食,液体来源首选碱性饮料及柑橘汁,同时严格限制富含蛋氨酸的食物(包括大豆、小麦、鱼、肉、蘑菇等),这有助于减少尿中胱氨酸的排泄量;感染性结石患者,多食青梅、蔓越莓等利于尿液酸化的食物。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- Li SS, Huang XY, Liu J, et al. Trends in the incidence and DALYs of urolithiasis from 1990 to 2019: results from the global burden of disease study 2019 [J]. *Front Public Health*, 2022, 10: 825541.
- Sorokin I, Mamoulakis C, Miyazawa K, et al. Epidemiology of stone disease across the world [J]. *World J Urol*, 2017, 35(9): 1301-1320.
- Zhe M, Hang Z. Nephrolithiasis as a risk factor of chronic kidney disease: a meta-analysis of cohort studies with 4, 770, 691 participants [J]. *Urolithiasis*, 2017, 45(5): 441-448.
- 孙西钊, 张东方. 冲击波碎石原理与应用 [M]. 北京: 中国科学技术出版社, 2019: 395-442.
- Dasgupta R, Cameron S, Aucott L, et al. Shockwave lithotripsy versus ureteroscopic treatment as therapeutic interventions for stones of the ureter (TISU): a multicentre randomised controlled non-inferiority trial [J]. *Eur Urol*, 2021, 80(1): 46-54.
- Chaussy CG, Tiselius HG. How can and should we optimize extracorporeal shockwave lithotripsy? [J]. *Urolithiasis*, 2018, 46(1): 3-17.
- Donaldson JF, Lardas M, Scrimgeour D, et al. Systematic review and meta-analysis of the clinical effectiveness of shock wave lithotripsy, retrograde intrarenal surgery, and percutaneous nephrolithotomy for lower pole renal stones [J]. *Eur Urol*, 2015, 67(4): 612-616.
- Ali M, Hashem A, Helmy TE, et al. Shock wave lithotripsy versus endoscopic cystolitholapaxy in the management of patients presenting with calculi acute urinary retention: a randomised controlled trial [J]. *World J Urol*, 2019, 37(5): 879-884.
- 覃斌, 吴清国, 季汉初, 等. 上尿路双J管长期滞留合并结石治疗方法的选择 [J]. *中国微创外科杂志*, 2018, 18(8): 767-768.
- 黄健, 张旭. 中国泌尿外科和男科疾病诊断治疗指南: 2022版 [M]. 北京: 科学出版社, 2022: 389-423.
- Zeng GH, Zhong W, Chaussy CG, et al. International alliance of urolithiasis guideline on shockwave lithotripsy [J]. *Eur Urol Focus*, 2023, 9(3): 513-523.
- Ferrandino MN, Pierre SA, Simmons WN, et al. Dual-energy computed tomography with advanced postimage acquisition data processing: improved determination of urinary stone composition [J]. *J Endourol*, 2010, 24(3): 347-354.
- Neisius A, Lipkin ME, Rassweiler JJ, et al. Shock wave lithotripsy: the new phoenix? [J]. *World J Urol*, 2015, 33(2): 213-221.
- Wollin DA, Joyce AD, Gupta M, et al. Antibiotic use and the prevention and management of infectious complications in stone disease [J]. *World J Urol*, 2017, 35(9): 1369-1379.
- Niwa NY, Matsumoto K, Miyahara M, et al. Simple and practical nomograms for predicting the stone-free rate after shock wave lithotripsy in patients with a solitary upper ureteral stone [J]. *World J Urol*, 2017, 35(9): 1455-1461.
- Kanao K, Nakashima J, Nakagawa K, et al. Preoperative nomograms for predicting stone-free rate after extracorporeal shock wave lithotripsy [J]. *J Urol*, 2006, 176(4 Pt 1): 1453-1456; discussion 1456-1457.
- Türk C, Petrik A, Sarica K, et al. EAU guidelines on interventional treatment for urolithiasis [J]. *Eur Urol*, 2016, 69(3): 475-482.
- Nakasato T, Morita J, Ogawa Y. Evaluation of Hounsfield Units as a predictive factor for the outcome of extracorporeal shock wave lithotripsy and stone composition [J]. *Urolithiasis*, 2015, 43(1): 69-75.
- Reynolds LF, Krocak T, Pace KT. Indications and contraindications for shock wave lithotripsy and how to improve outcomes [J]. *Asian J Urol*, 2018, 5(4): 256-263.
- Sohu S, Soomro MH, Mangrio RH, et al. Efficacy of extracorporeal shockwave lithotripsy with furosemide and hydration in renal stone management: a randomised controlled trial [J]. *Arab J Urol*, 2019, 17(4): 279-284.
- Shen PF, Jiang M, Yang J, et al. Use of ureteral stent in extracorporeal shock wave lithotripsy for upper urinary calculi: a systematic review and meta-analysis [J]. *J Urol*, 2011, 186(4): 1328-1335.
- Tiselius HG, Chaussy CG. Aspects on how extracorporeal shockwave lithotripsy should be carried out in order to be maximally effective [J]. *Urol Res*, 2012, 40(5): 433-446.
- Honey RD, Ordon M, Ghiculete D, et al. A prospective

- study examining the incidence of bacteriuria and urinary tract infection after shock wave lithotripsy with targeted antibiotic prophylaxis[J]. *J Urol*, 2013, 189(6):2112-2117.
- [24] Pathan SA, Mitra B, Cameron PA. A systematic review and meta-analysis comparing the efficacy of non-steroidal anti-inflammatory drugs, opioids, and paracetamol in the treatment of acute renal colic[J]. *Eur Urol*, 2018, 73(4):583-595.
- [25] Laksita TB, Soebadi MA, Wirjopranoto S, et al. Local anesthetics versus systemic analgesics for reducing pain during Extracorporeal Shock Wave Lithotripsy (ESWL): a systematic review and meta-analysis[J]. *Turk J Urol*, 2021, 47(4):270-278.
- [26] Alsaikhan B, Andonian S. Shock wave lithotripsy in patients requiring anticoagulation or antiplatelet agents[J]. *Can Urol Assoc J*, 2011, 5(1):53-57.
- [27] Sorensen MD, Bailey MR, Shah AR, et al. Quantitative assessment of shockwave lithotripsy accuracy and the effect of respiratory motion[J]. *J Endourol*, 2012, 26(8):1070-1074.
- [28] Phipps S, Stephenson C, Tolley D. Extracorporeal shockwave lithotripsy to distal ureteric stones: the transgluteal approach significantly increases stone-free rates[J]. *BJU Int*, 2013, 112(2):E129-E133.
- [29] Skolarikos A, Neisius A, Petřík A, et al. Urolithiasis [C]//EAU Guidelines, Edn. presented at the EAU Annual Congress Amsterdam, 2023.
- [30] Kang DH, Cho KS, Ham WS, et al. Comparison of high, intermediate, and low frequency shock wave lithotripsy for urinary tract stone disease: systematic review and network meta-analysis[J]. *PLoS One*, 2016, 11(7):e0158661.
- [31] López-Acón JD, Budia Alba A, Bahilo-Mateu P, et al. Analysis of the efficacy and safety of increasing the energy dose applied per session by increasing the number of shock waves in extracorporeal lithotripsy: a prospective and comparative study[J]. *J Endourol*, 2017, 31(12):1289-1294.
- [32] Ordon M, Ghiculete D, Pace KT, et al. Does the radiologic technologist or the fluoroscopy time affect treatment success with shockwave lithotripsy? [J]. *J Endourol*, 2012, 26(8):1065-1069.
- [33] Dhar NB, Thornton J, Karafa MT, et al. A multivariate analysis of risk factors associated with subcapsular hematoma formation following electromagnetic shock wave lithotripsy[J]. *J Urol*, 2004, 172(6 Pt 1):2271-2274.
- [34] 李恩惠, 王珩, 黄新冕, 等. 经皮肾镜微创技术在肾周血肿治疗中的应用[J]. *临床泌尿外科杂志*, 2022, 37(12):942-945.
- [35] Schnabel MJ, Gierth M, Chaussy CG, et al. Incidence and risk factors of renal hematoma: a prospective study of 1,300 SWL treatments [J]. *Urolithiasis*, 2014, 42(3):247-253.
- [36] Tan YM, Yip SK, Chong TW, et al. Clinical experience and results of ESWL treatment for 3,093 urinary calculi with the Storz Modulith SL 20 lithotripter at the Singapore general hospital[J]. *Scand J Urol Nephrol*, 2002, 36(5):363-367.
- [37] Pathan SA, Mitra B, Straney LD, et al. Delivering safe and effective analgesia for management of renal colic in the emergency department: a double-blind, multi-group, randomised controlled trial[J]. *Lancet*, 2016, 387(10032):1999-2007.
- [38] Skolarikos A, Alivizatos G, de la Rosette J. Extracorporeal shock wave lithotripsy 25 years later: complications and their prevention[J]. *Eur Urol*, 2006, 50(5):981-990; discussion 990.
- [39] Madbouly K, Sheir KZ, Elsobky E, et al. Risk factors for the formation of a steinstrasse after extracorporeal shock wave lithotripsy: a statistical model[J]. *J Urol*, 2002, 167(3):1239-1242.
- [40] 林友岳, 王玉珠, 蔡邦联. ESWL 治疗输尿管结石的研究[J]. *临床泌尿外科杂志*, 2008, 23(11):849-851.
- [41] Maker V, Layke J. Gastrointestinal injury secondary to extracorporeal shock wave lithotripsy: a review of the literature since its inception[J]. *J Am Coll Surg*, 2004, 198(1):128-135.
- [42] Seitz C, Liatsikos E, Porpiglia F, et al. Medical therapy to facilitate the passage of stones: what is the evidence? [J]. *Eur Urol*, 2009, 56(3):455-471.
- [43] 刘祺, 陈静, 廖正明, 等. 广金钱草总黄酮胶囊治疗输尿管结石(湿热蕴结证)的随机、双盲、安慰剂平行对照临床试验报告[J]. *临床泌尿外科杂志*, 2023, 38(4):246-250.
- [44] Zeng T, Tiselius HG, Huang J, et al. Effect of mechanical percussion combined with patient position change on the elimination of upper urinary stones/fragments: a systematic review and meta-analysis[J]. *Urolithiasis*, 2020, 48(2):95-102.
- [45] Wu WQ, Yang Z, Tang FL, et al. How to accelerate the upper urinary stone discharge after extracorporeal shockwave lithotripsy(ESWL) for <15 mm upper urinary stones: a prospective multi-center randomized controlled trial about external physical vibration lithocbole(EPVL) [J]. *World J Urol*, 2018, 36(2):293-298.
- [46] Gokce MI, Ozden E, Suer E, et al. Comparison of imaging modalities for detection of residual fragments and prediction of stone related events following percutaneous nephrolithotomy[J]. *Int Braz J Urol*, 2015, 41(1):86-90.
- [47] Turan T, Efioglu O, Danacioglu YO, et al. Can intervals in extracorporeal shock wave lithotripsy sessions affect success in the treatment of upper ureteral stones? [J]. *Wideochir Inne Tech Maloinwazyjne*, 2018, 13(4):507-511.
- [48] 中华医学会泌尿外科学分会结石学组, 中国泌尿系结石联盟. 泌尿系结石代谢评估与复发预防中国专家共识[J]. *中华泌尿外科杂志*, 2023, 44(5):321-324.
- [49] Tzelvels L, Geraghty R, Lombardo R, et al. Duration of follow-up and timing of discharge from imaging follow-up, in adult patients with urolithiasis after surgical or medical intervention: a systematic review and meta-analysis from the European association of urology guideline panel on urolithiasis[J]. *Eur Urol Focus*, 2023, 9(1):188-198.
- [50] 陈雪花, 周月, 徐彦, 等. 红外光谱法对 22750 例泌尿系结石成分分析[J/OL]. *泌尿外科杂志(电子版)*, 2021, 13(2):36-39.