

血清 VASH-1、PGC-1 α 水平预测肾结石患者 ESWL 治疗后肾损伤的价值

陈 梁¹, 崔英男², 梁 旭¹, 安戈彪^{1 Δ}

中国人民解放军九六六〇五部队医院: 1. 外一科; 2. 特诊科, 吉林通化 134000

摘要:目的 探讨肾结石体外冲击波碎石(ESWL)治疗后患者体内血清血管生成抑制蛋白 1(VASH-1)、过氧化物酶增殖激活受体- γ 共激活子-1 α (PGC-1 α)水平对其治疗后肾损伤的预测价值。方法 选取 2021 年 5 月至 2024 年 7 月该院收治的 164 例肾结石患者为研究对象。ESWL 术后 1 周复查,根据患者肾功能情况将其分为肾损伤组(18 例)、未损伤组(146 例)。采用酶联免疫吸附试验检测血清 VASH-1、PGC-1 α 水平,采用全自动生化分析仪检测总胆固醇(TC)、甘油三酯(TG)、血肌酐(Scr)、尿酸(UA)、尿素氮(BUN)及血磷水平,采用 Spearman 相关分析血清 VASH-1、PGC-1 α 水平与肾损伤情况的相关性,采用多因素 Logistic 回归分析影响肾结石患者 ESWL 治疗后肾损伤的因素,采用受试者工作特征(ROC)曲线分析血清 VASH-1、PGC-1 α 对肾结石患者 ESWL 治疗后肾损伤的预测价值。结果 与未损伤组比较,肾损伤组血清 Scr、VASH-1 水平升高($P < 0.05$),而血清 PGC-1 α 水平降低($P < 0.05$)。Spearman 相关分析显示,血清 VASH-1 水平与肾损伤情况呈正相关($r = 0.338, P < 0.001$),血清 PGC-1 α 水平与肾损伤情况呈负相关($r = -0.366, P < 0.001$)。多因素 Logistic 回归分析显示,血清 VASH-1 是肾结石患者 ESWL 治疗后肾损伤的独立危险因素($P < 0.05$),血清 PGC-1 α 是肾结石患者 ESWL 治疗后肾损伤的独立保护因素($P < 0.05$)。血清 VASH-1、PGC-1 α 水平单独预测肾结石患者 ESWL 治疗后肾损伤的曲线下面积(AUC)分别为 0.812(95%CI 0.744~0.869)、0.838(95%CI 0.773~0.891),二者联合预测肾结石患者 ESWL 治疗后肾损伤的 AUC 为 0.927(95%CI 0.876~0.962),优于单独预测($Z_{二者联合-VASH-1} = 2.185, Z_{二者联合-PGC-1\alpha} = 2.289, P = 0.029, 0.022$)。结论 在肾结石 ESWL 治疗后发生肾损伤的患者体内血清 VASH-1 水平升高,PGC-1 α 水平降低,二者均是影响肾结石患者 ESWL 治疗后肾损伤的影响因素。二者在对治疗后肾结石患者肾损伤的发生情况具有一定预测价值,二者联合预测价值更高,可供临床参考。

关键词: 肾结石; 体外冲击波碎石术; 血管生成抑制蛋白 1; 过氧化物酶增殖激活受体- γ 共激活子-1 α ; 肾损伤

DOI: 10.3969/j.issn.1673-4130.2026.04.019

中图法分类号: R692.4

文章编号: 1673-4130(2026)04-0490-05

文献标志码: A

Value of serum VASH-1 and PGC-1 α levels in predicting renal injury after ESWL in patients with renal calculus

CHEN Liang¹, CUI Yingnan², LIANG Xu¹, AN Gebiao^{1 Δ}

1. Department of General Treatment; 2. Department of Special Diagnosis, 96605 Military Hospital of the Chinese People's Liberation Army, Tonghua, Jilin 134000, China

Abstract: Objective To investigate the predictive value of serum angiogenesis inhibitory protein 1 (VASH-1) and peroxisome proliferator-activated receptor- γ coactivator-1 α (PGC-1 α) levels on renal injury in patients with renal calculus after extracorporeal shock wave lithotripsy (ESWL). **Methods** A total of 164 patients with renal calculus admitted to the hospital from May 2021 to July 2024 were selected as the research objects. The patients were reexamined at 1 week after ESWL and divided into renal injury group (18 cases) and non-injury group (146 cases) according to their renal function. The serum levels of VASH-1 and PGC-1 α were detected by enzyme-linked immunosorbent assay. The levels of total cholesterol (TC), triglyceride (TG), serum creatinine (Scr), uric acid (UA), blood urea nitrogen (BUN) and blood phosphorus were detected by automatic biochemical analyzer. Spearman correlation analysis was used to analyze the correlation between serum VASH-1, PGC-1 α levels and renal injury. Multivariate Logistic regression analysis was used to analyze the factors affecting renal injury in patients with renal calculus after ESWL. Receiver operating charac-

teristic (ROC) curve was used to analyze the predictive value of serum VASH-1 and PGC-1 α for renal injury in patients with renal calculus after ESWL. **Results** Compared with the non-injury group, the serum levels of Scr and VASH-1 in the renal injury group were increased ($P < 0.05$), while the serum level of PGC-1 α was decreased ($P < 0.05$). Spearman correlation analysis showed that serum VASH-1 level was positively correlated with renal injury ($r = 0.338, P < 0.001$), and serum PGC-1 α level was negatively correlated with renal calculus ($r = -0.366, P < 0.001$). Multivariate Logistic regression analysis showed that serum VASH-1 was an independent risk factor for renal injury after ESWL in patients with renal calculus ($P < 0.05$), and serum PGC-1 α was an independent protective factor for renal injury after ESWL in patients with renal calculus ($P < 0.05$). The area under the curve (AUC) of serum VASH-1 and PGC-1 α were 0.812 (95%CI 0.744–0.869) and 0.838 (95%CI 0.773–0.891), respectively. The AUC of the combination of VASH-1 and PGC-1 α was 0.927 (95%CI 0.876–0.962), which was better than that of the combination of VASH-1 and PGC-1 α alone ($Z_{\text{combination-VASH-1}} = 2.185, Z_{\text{combination-PGC-1}\alpha} = 2.289, P = 0.029, 0.022$). **Conclusion** The level of serum VASH-1 is increased and PGC-1 α is decreased in patients with renal calculus after ESWL. Both of them are the influencing factors of renal injury in patients with renal calculus after ESWL. The two have a certain predictive value for the occurrence of renal injury in patients with renal calculus after treatment, and the combination of the two has a higher predictive value, which can be used for clinical reference.

Key words: renal calculus; extracorporeal shock wave lithotripsy; angiogenesis inhibitory protein 1; peroxisome proliferator-activated receptor- γ coactivator-1 α ; renal injury

肾结石是一种泌尿系统常见疾病,其发病率较高,较小肾结石可以服药自行排出,较为严重的患者则需要进行干预治疗^[1]。体外冲击波碎石术(ESWL)是肾结石的治疗方法之一,主要依赖于冲击波频率治疗,治疗时患者无需麻醉,在门诊即可进行治疗,是临床治疗肾及输尿管上、中段结石的最佳选择^[2]。尽管 ESWL 在治疗肾结石方面效果显著,然而,部分患者在治疗后可能会出现肾损伤,对患者康复进程及预后产生不利影响^[3]。因此若能预测肾结石患者 ESWL 治疗后肾损伤情况,就能及时对可能出现肾损伤的患者进行针对性护理治疗,对肾结石患者疗效具有重要意义。血管生成抑制蛋白 1(VASH1)是与多种疾病相关的临床生物标志物,曹冰等^[4]研究表明,VASH1 在狼疮性肾炎患者体内水平升高,与肾损伤进展呈正相关,提示其与肾功能变化密切相关,可能是反映肾功能变化的生物指标。此外,有研究指出,肾损伤(肾间质纤维化)小鼠经治疗后过氧化物酶增殖激活受体- γ 共激活子-1 α (PGC-1 α)蛋白表达水平升高,肾功能好转,肾脏纤维化程度减轻^[5]。提示 PGC-1 α 可能也是肾功能变化的生物指标之一,可以用于肾损伤患者预后情况的判断。鉴于此本研究对比了肾结石 ESWL 治疗后不同肾功能情况患者血清 VASH-1 及 PGC-1 α 水平,旨在探究其对此类患者治疗后肾损伤的临床价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料 随机选取 2021 年 5 月至 2024 年 7 月本院收治的 164 例肾结石患者为研究对象,其中男 73 例、女 91 例,平均年龄(39.11 \pm 5.20)岁,有结石治

疗史 29 例,单发结石 88 例,多发结石 76 例。纳入标准:(1)符合肾结石的诊断标准;(2)适用 ESWL 治疗;(3)一般资料完整;(4)精神正常。排除标准:(1)未滿十八岁患者;(2)哺乳期女性;(3)伴有其他肾脏疾病者;(4)治疗期间转院患者;(5)有高血压、糖尿病等代谢疾病、心血管疾病者等。本研究经过本院医学伦理委员会批准,且所有患者均知情同意,并签署知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 治疗方法 所有患者均采用冲击波碎石机进行 ESWL 治疗,治疗前检查与护理:(1)通过泌尿系超声、CT 等检查明确结石的位置;(2)治疗前一日患者洗澡清除皮肤表面的油脂,同时服用缓泻剂清洁肠道;(3)治疗前 1 小时常规饮水 500 mL,增加尿液,有利于结石的粉碎和碎石颗粒的移动;(4)应用抗菌药物,以预防或治疗由细菌、真菌或其他微生物引起的感染;(5)碎石后出现血尿时,通过压迫受伤部位或使用止血药物;(6)治疗后嘱咐患者俯卧,由医护人员轻拍患者腰部,促进碎石排出,采用 α 受体阻滞剂帮助患者扩张输尿管,促进结石排出,对于较大的结石或复杂结石患者,则通过手术干预来扩张输尿管或取出结石。

1.2.2 指标检测 治疗前后 12 h 内,由医护人员分别采集所有受试者空腹静脉血 6 mL,在室温条件下静置 30 min 后,在常规条件下离心 15 min。收集上清液进行后续检测。

(1)血清 VASH-1 和 PGC-1 α 水平检测:取 3 mL 治疗后血清样品用于酶联免疫吸附试验(ELISA)检

测血清 VASH-1 和 PGC-1 α 水平,试剂盒分别购自艾博抗(上海)贸易有限公司(ab314818),上海江莱生物科技有限公司(JL19450);(2)其他实验室指标:取部分血清样品以全自动生化分析仪检测所有受试者总胆固醇(TC)、甘油三酯(TG)及血磷水平。另选治疗前、后血液样品检测血肌酐(Scr)、尿酸(UA)、尿素氮(BUN)水平。

1.3 治疗后随访 ESWL 治疗后 1 周,对所有患者进行检查,根据《内科学》^[6]提出的标准判断本研究患者发生肾损伤的情况,并将患者分为肾损伤组(18 例)、未损伤组(146 例)。

1.4 统计学处理 采用 SPSS28.0 及 MedCalc 统计学分析软件处理数据;计数资料以例数和百分率表示,组间比较采用 χ^2 检验;呈正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用 t 检验;采用 Spearman 相关分析血清 VASH-1、PGC-1 α 与肾损伤情况的相关性;使用多因素 Logistic 回归分析影响肾结石患者 ESWL 治疗后肾损伤的因素;采用受试者工作特征(ROC)曲线分析血清 VASH-1、PGC-1 α 对肾结石患者 ESWL 治疗后肾损伤的预测价值。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 ESWL 治疗前后患者肾功能与血脂相关生化指标比较 治疗前、后患者 Scr、UA、BUN 水平比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表 1。

表 1 ESWL 治疗前后患者肾功能与血脂相关生化指标比较($\bar{x} \pm s, \mu\text{mol/L}$)

项目	n	Scr	UA	BUN
治疗前	164	151.22 \pm 30.12	453.18 \pm 49.87	9.65 \pm 2.20
治疗后	164	156.83 \pm 30.57	460.42 \pm 50.29	10.10 \pm 10.10
<i>t</i>		1.674	1.309	0.558
<i>P</i>		0.095	0.191	0.578

2.2 肾损伤组与未损伤组一般资料与血清 VASH-1、PGC-1 α 水平比较 肾损伤组血清 Scr、VASH-1 水平高于未损伤组($P < 0.05$),而血清 PGC-1 α 水平则低于未损伤组($P < 0.05$);肾损伤组与未损伤组年龄、性别、体重指数(BMI)、饮酒、抽烟、熬夜、运动、收缩压、舒张压、心率、呼吸频率、结石治疗史、结石直径、治疗时间、结石数量及 TC、TG、UA、BUN、血磷水平比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表 2。

2.3 血清 VASH-1、PGC-1 α 与肾损伤情况的相关性分析 以肾结石患者 ESWL 治疗后肾损伤为横坐标(损伤=1,未损伤=0),血清 VASH-1、PGC-1 α 水平为纵坐标进行相关性分析,结果显示血清 VASH-1 水平与肾损伤情况呈正相关($r = 0.338, P < 0.001$),血清 PGC-1 α 水平与肾损伤情况呈负相关($r = -0.366,$

$P < 0.001$)。见图 1。

2.4 多因素 Logistic 回归分析影响肾结石患者 ESWL 治疗后肾损伤因素 以肾结石患者 ESWL 治疗后是否发生肾损伤为因变量(不发生=0,发生=1),血清 VASH-1、PGC-1 α 及 Scr 水平(连续变量)为自变量进行多因素 Logistic 回归分析,结果显示,血清 VASH-1 是肾结石患者 ESWL 治疗后肾损伤的独立危险因素($P < 0.05$),血清 PGC-1 α 是肾结石患者 ESWL 治疗后肾损伤的独立保护因素($P < 0.05$)。见表 3。

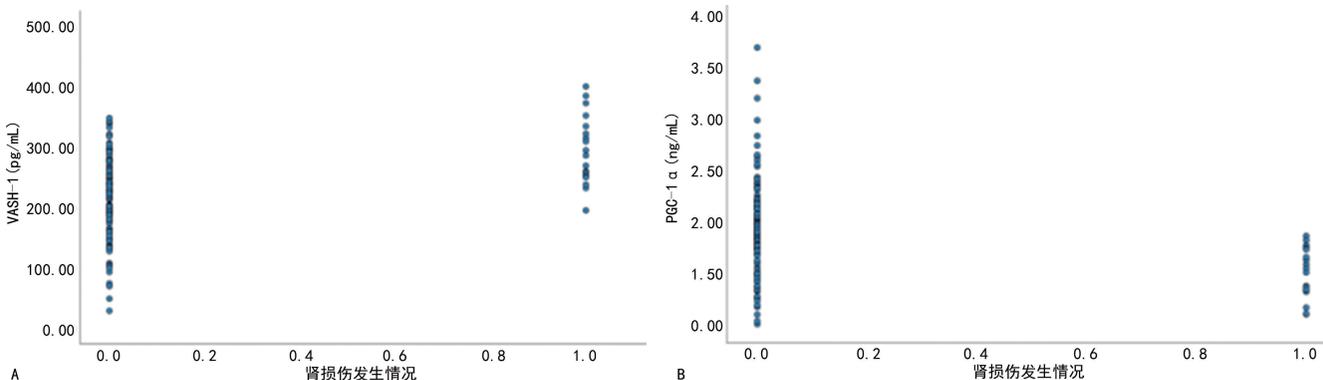
表 2 肾损伤组与未损伤组一般资料与血清 VASH-1、PGC-1 α 水平比较($\bar{x} \pm s$ 或 $n(\%)$)

项目	肾损伤组 (n=18)	未损伤组 (n=146)	<i>t</i> / χ^2	<i>P</i>
年龄(岁)	39.62 \pm 5.23	39.05 \pm 5.19	0.439	0.661
性别			2.256	0.133
男	11(61.11)	62(42.47)		
女	7(38.89)	84(57.53)		
BMI(kg/m ²)	23.41 \pm 3.74	24.02 \pm 3.85	0.636	0.526
饮酒	8(44.44)	71(48.63)	0.112	0.737
抽烟	6(33.33)	59(40.41)	0.336	0.562
熬夜	10(55.56)	69(47.26)	0.442	0.506
运动	10(55.56)	74(50.68)	0.710	0.399
收缩压(mmHg)	144.94 \pm 15.33	145.10 \pm 15.35	0.042	0.967
舒张压(mmHg)	91.75 \pm 10.02	92.16 \pm 10.06	0.163	0.871
心率(次/分)	96.44 \pm 12.23	96.59 \pm 12.37	0.049	0.961
呼吸频率(次/分)	20.39 \pm 3.70	20.25 \pm 3.62	0.154	0.877
结石治疗史			0.043	0.836
有	3(16.67)	26(17.81)		
无	15(83.33)	120(82.19)		
结石直径(cm)	1.43 \pm 0.32	1.41 \pm 0.31	0.257	0.797
治疗时间(min)	93.59 \pm 12.92	90.63 \pm 12.54	0.942	0.348
结石数量			3.359	0.067
单发	6(33.33)	82(56.16)		
多发	12(66.67)	64(43.84)		
TC(mmol/L)	4.27 \pm 0.52	4.30 \pm 0.53	0.227	0.821
TG(mmol/L)	4.36 \pm 0.50	4.31 \pm 0.46	0.431	0.667
Scr($\mu\text{mol/L}$)	171.36 \pm 30.46	155.04 \pm 30.51	2.143	0.034
UA($\mu\text{mol/L}$)	465.71 \pm 50.82	459.77 \pm 50.43	0.243	0.809
BUN($\mu\text{mol/L}$)	10.21 \pm 2.26	10.09 \pm 2.24	0.214	0.831
血磷(mmol/L)	2.36 \pm 0.52	2.31 \pm 0.55	0.366	0.715
VASH-1(pg/mL)	293.44 \pm 60.52	216.94 \pm 60.37	5.071	<0.001
PGC-1 α (ng/mL)	1.33 \pm 0.36	1.94 \pm 0.50	5.012	<0.001

2.5 血清 VASH-1、PGC-1 α 对肾结石患者 ESWL 治疗后肾损伤的预测价值 血清 VASH-1、PGC-1 α 水平

单独预测肾结石患者 ESWL 治疗后肾损伤的曲线下面积(AUC)分别为 0.812(95%CI 0.744~0.869)、0.838(95%CI 0.773~0.891),二者联合预测肾结石患者 ESWL 治疗后肾损伤的 AUC 为 0.927(95%CI

0.876~0.962), 优于单独预测 ($Z_{二者联合-VASH-1} = 2.185$ 、 $Z_{二者联合-PGC-1\alpha} = 2.289$, $P = 0.029$ 、 0.022)。见表 4。



注:A、B 分别为血清 VASH-1、PGC-1 α 与肾结石患者 ESWL 治疗后肾损伤的相关性分析。

图 1 血清 VASH-1、PGC-1 α 与肾结石患者 ESWL 治疗后肾损伤的相关性分析

表 3 影响肾结石患者 ESWL 治疗后肾损伤的多因素分析

指标	β	SE	Wald χ^2	P	OR	95%CI
VASH-1	1.149	0.197	34.036	<0.001	3.156	2.145~4.643
PGC-1 α	-0.603	0.269	5.030	0.025	0.547	0.323~0.927
Scr	1.213	0.758	2.563	0.109	3.365	0.762~14.866

表 4 血清 VASH-1、PGC-1 α 对肾结石患者 ESWL 治疗后肾损伤的预测价值

项目	最佳临界值	AUC	95%CI	灵敏度(%)	特异度(%)	约登指数
VASH-1	249.452 pg/mL	0.812	0.744~0.869	83.33	67.81	0.511
PGC-1 α	1.779 ng/mL	0.838	0.773~0.891	88.89	73.97	0.629
二者联合	—	0.927	0.876~0.962	94.44	82.88	0.773

注:—为此项无数据。

3 讨论

肾结石常导致患者出现泌尿系症状,其形成与遗传、代谢异常、饮食习惯、生活方式等多种因素有关^[7]。但传统的治疗方式需要患者入院进行,并且接受全身麻醉,不利于特殊群体如残障人士、麻醉药物过敏患者的治疗与护理,而 ESWL 提供了一种很方便快捷的门诊替代方案^[8-9]。虽然 ESWL 治疗肾结石疗效显著,手段相对简单便捷,但其治疗后仍有部分患者预后情况较差,出现不同程度肾损伤^[3]。为了缓解患者治疗后肾损伤,避免对患者身体造成进一步伤害,提前预测肾结石患者 ESWL 治疗后肾损伤情况意义重大。

VASH-1 是一种具有广谱的抗血管新生及抗淋巴管新生作用的调节因子,参与调节血管生成和淋巴管生成的平衡,维持机体的稳态^[10]。在多种疾病中,如肿瘤、动脉粥样硬化,糖尿病性视网膜病变等 VASH-1 的水平升高,从而影响疾病的进展^[11]。随着对 VASH-1 研究的不断深入,不少学者发现 VASH-1

与肾脏疾病的发展密切相关,可能是肾功能变化的生物指标^[12-13]。本研究结果显示,VASH-1 在肾结石 ESWL 术后肾损伤患者体内水平高于未损伤患者。可能是因为肾损伤患者体内尿蛋白量升高,而是 VASH-1 与肾系膜细胞上的受体结合,能够激活核因子- κ B 通路减少尿蛋白的产生,因此,大量蛋白尿的肾损伤患者体内 VASH-1 水平将明显升高^[14-15]。PGC-1 α 是一种在生理和病理压力条件下诱导基因表达的关键转录共激活因子,能够通过 CBP80 和多个转录因子直接结合,并调控目的基因的表达,与多种疾病的发生发展关系密切^[16-17]。本研究结果显示,PGC-1 α 在肾结石 ESWL 治疗后肾损伤患者体内水平降低,可能是因为损伤期间肾局部产生或从其他器官炎症部位释放的转化生长因子- β 1 及细胞因子会降低 PGC-1 α 在肾脏的表达,导致这些肾保护蛋白降低加剧肾脏损伤。以往研究发现,PGC-1 α 在慢性肾炎患儿活检肾组织中水平降低,且其在糖尿病肾病大鼠体内表达也明显下调,当提高 PGC-1 α 水平可以有效地抑制糖

尿病肾病的发展^[18-19]。提示 PGC-1 α 可能与肾损伤的发生发展有关,可能是肾损伤相关疾病的潜在生物标志物。

本研究相关性分析结果显示,血清 VASH-1 水平与肾结石患者 ESWL 治疗后肾损伤情况呈正相关,血清 PGC-1 α 水平与其呈负相关。提示在临床治疗过程中,降低对肾损伤患者 VASH-1 水平或提高 PGC-1 α 水平可能会减缓肾损伤。此外本研究还发现血清 VASH-1、PGC-1 α 是肾结石患者 ESWL 治疗后肾损伤的影响因素,且二者均可预测此类患者治疗后肾损伤情况,联合预测的价值更高。

综上所述,血清 VASH-1 水平在肾结石 ESWL 治疗后肾损伤患者体内升高,与肾损伤情况呈正相关;PGC-1 α 水平则在该患者体内降低,与肾损伤情况呈负相关。此外,二者均是影响肾结石患者 ESWL 治疗后肾损伤的独立因素,对该患者治疗后肾损伤情况具有一定预测价值,且二者联合预测价值更高,可以辅助临床判断肾结石患者 ESWL 治疗后肾损伤情况。

参考文献

- [1] VILJOEN A, CHAUDHRY R, BYCROFT J. Renal stones [J]. *Ann Clin Biochem*, 2019, 56(1):15-27.
- [2] AGOUR A, RADWAN A, ALI-ZAHRA A. Effect of shock wave frequency on stone disintegration in extra corporeal shock wave lithotripsy [J]. *QJM*, 2023, 116 (Suppl_1): head069. 763.
- [3] TAWFICK A, MATBOLI M, SHAMLOUL S, et al. Predictive urinary RNA biomarkers of kidney injury after extracorporeal shock wave lithotripsy [J]. *World J Urol*, 2022, 40(6):1561-1567.
- [4] 曹冰, 刘颖, 任荣, 等. 血清补体 H 因子及血管生成抑制蛋白-1 与狼疮肾炎患者肾损伤进展的关系[J]. *国际泌尿系统杂志*, 2022, 42(4):694-697.
- [5] 钟建, 罗芳, 方桂玉, 等. 益肾活血方对单侧输尿管梗阻小鼠肾间质纤维化的改善作用及机制研究[J]. *中华中医药学刊*, 2023, 41(7):15-20.
- [6] 葛均波, 徐永健. 内科学[M]. 8 版. 北京:人民卫生出版社, 2013:520-521.
- [7] KHAN M S, TARIQ S S H. Medicinal treatment of multiple renal calculi (Hisat-E-Kulyah) and bilateral ureteric calculi (Hisat-E-Halib) by Unani Pharmacopoeial formulations-a case study[J]. *World J Adv Res Rev*, 2021, 11(1):183-189.
- [8] XU Z, ZHOU H, WANG Q, et al. Magnetic versus con-

ventional stent in ureteral stenting: meta-analysis[J]. *BJSOpen*, 2024, 8(4):zrae086.

- [9] THEIVENDRAMPILLAI T, HART E, MAHESAN T. Establishing an acute extracorporeal lithotripsy service in the COVID-19 pandemic[J]. *Br J Surg*, 2021, 108 (Supplement_6):znab259. 084.
- [10] FUKUI Y, NAKAMURA K, HIRABAYASHI M, et al. Serum vasohibin-1 levels: a potential marker of dermal and pulmonary fibrosis in systemic sclerosis[J]. *Exp Dermatol*, 2021, 30(7):951-958.
- [11] KURODA R, EGUCHI S. The mysterious role of vasohibin-2 in ascending aorta pathology[J]. *Am J Hypertens*, 2021, 34(5):453-455.
- [12] 管光辉, 浦秦华, 钱何布. 脓毒症并发急性肾损伤患者血清 MMP-13、VASH-1 水平与预后相关性[J]. *天津医药*, 2023, 51(12):1360-1364.
- [13] 唐方平, 刘义强, 李娜, 等. 慢性肾脏病患者血清 IL-27、VASH-1 水平与疾病进展的关系及其诊断价值[J]. *中国中西医结合肾病杂志*, 2024, 25(5):412-416.
- [14] ZENG D, WANG B, XIAO Z, et al. Early diagnosis and treatment of kidney injury: a focus on urine protein[J]. *Int J Mol Sci*, 2024, 25(20):11171.
- [15] LIU H, WANG D, TANG J, et al. Differences and clinical significance of serum 25-hydroxyvitamin D3 and vasohibin-1 (VASH-1) levels in patients with diabetic nephropathy and different renal injuries[J]. *Diabetes Metab Syndr Obes*, 2023, 16:1085-1091.
- [16] RAMBOUT X, CHO H, MAQUAT L E. Transcriptional coactivator PGC-1 α binding to newly synthesized RNA via CBP80 a nexus for co- and posttranscriptional gene regulation[J]. *Cold Spring Harb Symp Quant Biol*, 2019, 84:47-54.
- [17] SAADEH K, CHADDA K R, AHMAD S, et al. Molecular basis of ventricular arrhythmogenicity in a Pgc-1 α deficient murine model[J]. *Mol Genet Metab Rep*, 2021, 27:100753.
- [18] 赵敏. PGC-1 α 调控线粒体功能阻断慢性肾脏病足细胞损伤[D]. 南京:南京医科大学, 2016.
- [19] RUIZ-ANDRES O, SANCHEZ-NIÑO M D, MORENO J A, et al. Downregulation of kidney protective factors by inflammation: role of transcription factors and epigenetic mechanisms[J]. *Am J Physiol Renal Physiol*, 2016, 311(6):F1329-F1340.

(收稿日期:2025-07-26 修回日期:2025-11-10)