

• 临床研究 •



开放科学
(资源服务)
标识码(OSID)

尿沉渣联合尿标志物诊断肾结石经皮肾镜碎石取石术后肾损伤的临床价值研究

牛忠涛 刘亚红 袁宏毅 郝强 李东顺 乔玉华

邢台医学高等专科学校第二附属医院肾病治疗中心, 邢台 054000

通信作者: 刘亚红, Email: liuyahong2002@163.com

【摘要】 目的 研究尿沉渣联合尿标志物诊断肾结石经皮肾镜碎石取石术后肾损伤的临床价值。方法 选取邢台医学高等专科学校第二附属医院于2018年6月至2021年2月期间收治的168例肾结石患者,均接受经皮肾镜碎石取石术,患者检测血、尿生化指标以及尿沉渣镜检。根据术后是否发生肾损伤分为损伤组、未损伤组。采用多因素 Logistic 回归分析术后肾损伤发生的危险因素,受试者工作特征曲线(receiver operating characteristic, ROC)分析各指标对术后肾损伤的诊断价值。结果 损伤组患者术前血肌酐水平[(123.76±22.72) μmol/L比(92.62±17.53) μmol/L]、尿沉渣评分(0.67±0.17比0.54±0.13)及尿β2-微球蛋白(urinary β2-microglobulin, β2-MG)[(156.57±31.59) μg/L比(140.14±29.27) μg/L]、中性粒细胞明胶酶相关脂质运载蛋白(neutrophil gelatinase-associated lipocalin, NGAL)[(62.57±10.59) μg/L比(50.14±9.43) μg/L]、乳酸脱氢酶(lactic dehydrogenase, LDH)[(86.57±15.59) U/L比(76.14±11.27) U/L]水平均明显高于未损伤组($P<0.05$)。两组患者治疗后尿沉渣评分(2.74±0.56比1.36±0.27)、β2-MG[(252.54±44.29) μg/L比(174.57±36.58) μg/L]、NGAL[(152.54±14.59) μg/L比(64.54±16.59) μg/L]、LDH[(142.48±21.29) U/L比(94.57±16.58) U/L]均呈增加趋势,其中损伤组的变化值均明显高于未损伤组($P<0.001$)。Logistic 回归分析显示,术前血肌酐、尿沉渣评分、β2-MG、NGAL、LDH($OR=2.540, 2.307, 1.964, 1.702, 2.164; 95\%CI: 1.242\sim 5.193, 1.223\sim 4.354, 1.123\sim 3.434, 1.259\sim 2.302, 1.216\sim 3.851$)是患者术后肾损伤的危险因素($P<0.05$)。尿沉渣评分、β2-MG、NGAL、LDH诊断术后肾损伤的曲线下的面积(area under the curve, AUC)分别为0.801, 0.827, 0.791, 0.772(95%CI: 0.729~0.873, 0.751~0.904, 0.705~0.878, 0.698~0.846),明显低于联合诊断0.875(95%CI: 0.819~0.931),差异有统计学意义($P<0.05$)。结论 术前尿沉渣评分、尿标志物(β2-MG、NGAL、LDH)与肾结石经皮肾镜碎石取石术后肾损伤存在相关性,联合检测可提高肾损伤的诊断效能。

【关键词】 尿沉渣;经皮肾镜碎石取石术;肾损伤;β2-微球蛋白;中性粒细胞明胶酶相关脂质蛋白

基金项目:河北省2020年度医学科学研究课题项目(202015920)

DOI:10.3969/j.issn.1671-2390.2022.04.007

Clinical value of urinary sediment plus urinary markers in the diagnosis of renal injury after percutaneous nephrolithotripsy

Niu Zhong-tao, Liu Ya-hong, Yuan Hong-yi, Hao Qiang, Li Dong-shun, Qiao Yu-hua

Nephropathy Treatment Center, Second Affiliated Hospital, Xingtai Medical College, Xingtai 054000, China

Corresponding author: Liu Ya-hong, Email: liuyahong2002@163.com

【Abstract】 Objective To explore the clinical value of urinary sediment plus urinary markers in the diagnosis of renal injury after percutaneous nephrolithotomy. **Methods** From June 2018 to February 2021, a total of 168 patients with renal calculi were recruited for percutaneous nephrolithotomy. Blood and urinary biochemical parameters were measured and urine sediment microscopic examinations conducted.

They were divided into two groups of injury and uninjured according to whether or not renal injury occurred postoperatively. Multivariate Logistic regression was utilized for examining the risk factors of postoperative renal injury. Receiver operating characteristic curve (ROC) was employed for analyzing the diagnostic value of each index for postoperative renal injury. **Results** The preoperative blood creatinine level [(123.76±22.72) μmol/L vs (92.62±17.53) μmol/L], preoperative urinary sediment score (0.67±0.17) vs (0.54±0.13) and urinary β2-microglobulin (β2-MG) [(156.57±31.59) μg/L vs (140.14±29.27) μg/L], neutrophil gelatinase associated lipocalin (NGAL) [(62.57±10.59) μg/L vs (50.14±9.43) μg/L] and lactic dehydrogenase (LDH) [(86.57±15.59) U/L vs (76.14±11.27) U/L] were significantly higher in injury group than those in uninjured group ($P<0.05$). The preoperative urine sediment scores (2.74±0.56 vs 1.36±0.27), urinary β2-MG [(252.54±44.29) μg/L vs (174.57±36.58) μg/L], NGAL [(152.54±14.59) μg/L vs (64.54±16.59) μg/L] and LDH [(142.48±21.29) U/L vs (94.57±16.58) U/L] of two groups showed a rising trend after treatment and the changes of injured group were significantly higher than those of uninjured group ($P<0.001$). Logistic regression analysis showed that preoperative blood creatinine, urinary sediment score, β2-MG, NGAL and LDH ($OR=2.540, 2.307, 1.964, 1.702, 2.164$; 95% $CI: 1.242-5.193, 1.223-4.354, 1.123-3.434, 1.259-2.302, 1.216-3.851$) were risk factors for postoperative renal injury ($P<0.05$). AUC of urinary sediment score, β2-MG, NGAL and LDH for diagnosing postoperative renal injury were 0.801, 0.827, 0.791 and 0.772 (95% $CI: 0.729-0.873, 0.751-0.904, 0.705-0.878, 0.698-0.846$), Each was significantly lower than 0.875 of combined diagnosis (95% $CI: 0.819-0.931$). The differences were statistically significant ($P<0.05$). **Conclusion** Preoperative urinary sediment score, urine markers (β2-MG, NGAL & LDH) are correlated with renal injury after percutaneous nephrolithotomy. And combined detection may improve the diagnostic efficiency of renal injury.

【Key words】 Urinary sediment; Percutaneous nephrolithotomy; Renal injury; β2-microglobulin; Neutrophil gelatinase-related apolipoprotein

Fund program: 2020 Medical Science Research Project of Hebei Province (202015920)

DOI:10.3969/j.issn.1671-2390.2022.04.007

随着饮食结构的改变,中国尿路结石发病率呈增加趋势,其中以肾结石最为常见,结石长期停留在肾盂,可引起肾积水,破坏肾结构,最终导致肾脏功能丧失^[1]。随着医疗技术的发展,微创技术已广泛应用,其中经皮肾镜碎石取石术已成为肾结石的常用手术,具有手术成功率高、创伤小等优点^[2]。但经皮肾镜碎石取石术后存在感染、急性肾损伤等并发症风险,进而影响手术效果和患者生活质量^[3],因此早期评估肾损伤发生风险,指导医师筛选高危人群,采取针对性干预措施具有重要临床意义。尿液检测是常规检查项目,其中尿液中生物学标志物可早期反映肾小球、肾小管损伤情况,可为肾损伤的诊断、治疗和预后判断提供及时信息^[4]。尿沉渣镜检作为传统的无创性检查,近年来在急性肾损伤中的应用重新受到重视,如刘小华等^[5]研究发现尿沉渣评分与急性肾损伤分期存在正相关性,可有效预测肾损伤部位和性质。目前,关于尿沉渣、尿标志物诊断在肾结石经皮肾镜碎石取石术后肾损伤中的应用价值尚不明确,本文通过探讨尿沉渣、尿标志物与术后肾损伤的

关系,以及术前检查对于术后肾损伤的评估价值,旨在为临床筛选高危人群、采取针对性措施提供参考。

对象与方法

一、研究对象

选取邢台医学高等专科学校第二附属医院于2018年6月至2021年2月期间收治的168例肾结石患者,均接受经皮肾镜碎石取石术,年龄范围20~70岁,男94例,女74例。本研究已获得邢台医学高等专科学校第二附属医院伦理委员会批准(批件号201804022)。

患者纳入标准:(1)经过CT、X线检查确诊为肾结石,结石直径>2 cm;(2)近期末服用影响肾功能的药物,符合经皮肾镜碎石取石术指征。排除标准:(1)严重肾脏积水,严重肾功能不全,合并泌尿系统感染;(2)异位肾、器质性或功能性孤立肾;(3)过度肥胖或消瘦;(4)伴随免疫、血液、神经系统疾病,恶性肿瘤;(5)哺乳期、妊娠期女性;(6)标本或者临床资料不全。

二、研究方法

1. 尿标本采集和尿沉渣积分的计算 收集患者新鲜中段晨尿标本 10 mL, 于 1 h 内以 1500 r/min、离心半径 10 cm、离心 5 min, 取上清液保存于 -80 °C 待测。留沉渣 0.2 mL, 混匀后取 20 μL 滴于载玻片上, 加盖玻片, 于显微镜下观察, 采用肾小管上皮细胞和颗粒管型联合系统进行尿沉渣积分。于高倍镜视野观察肾小管上皮细胞, 0 分为无, 1 分为 1~5 个, 2 分为 ≥6 个。于低倍镜视野观察颗粒管型, 0 分为无, 1 分为 1~5 条, 2 分为 ≥6 条。两组得分之和为最终得分^[6]。

2. 尿标志物检测 采用酶联免疫吸附法检测 β2-微球蛋白(β2-microglobulin, β2-MG)、中性粒细胞明胶酶相关载脂蛋白(neutrophil gelatinase-associated apolipoprotein, NGAL), 检测试剂盒购自于上海酶联生物科技有限公司, 采用全自动生化仪(奥利巴斯 AU500 型, 日本)检测乳酸脱氢酶(lactate dehydrogenase, LDH)水平。

3. 肾损伤的判断标准 根据全球肾脏病预后组织(Kidney Disease: Improving Global Outcomes, KDIGO)指南进行分组^[7], 48 h 内血肌酐水平相对基线升高 26.5 μmol/L 以上, 或者 7 d 内的血肌酐水平升至基线水平 1.5 倍及以上, 或者连续 6 h 尿量低于 0.5 mL·kg⁻¹·h⁻¹, 则判断为急性肾损伤。

三、统计学方法

所有数据采用 SPSS 22.0 软件进行统计学分

析, 符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 组间比较采用独立样本 *t* 检验, 计数资料以例数(%)的形式表示, 统计分析采用 χ^2 检验。采用多因素 Logistic 回归分析术后肾损伤发生的危险因素, 采用受试者工作特征曲线(receiver operating characteristic curve, ROC)分析各指标对急性肾损伤早期诊断价值, 采用 Hanley-McNeil 方法比较 ROC 曲线下面积, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

一、两组受试者基线资料比较

入组 168 例患者接受经皮肾镜碎石取石术后有 42 例(25.0%)发生急性肾损伤。两组患者性别、年龄等基线资料比较差异无统计学意义($P > 0.05$), 损伤组患者术前血肌酐水平高于未损伤组($P < 0.001$)。(表 1)

二、手术前后尿沉渣评分、尿标志物水平比较

术前损伤组尿沉渣评分、β2-MG、NGAL、LDH 均明显高于未损伤组, 两组患者治疗后均呈增加趋势, 其中损伤组的变化值均明显高于未损伤组($P < 0.001$)。(表 2)

三、术后肾损伤影响因素分析

以术后肾损伤为因变量(1=是, 0=否), 以术前血肌酐、尿沉渣评分以及尿 β2-MG、NGAL 和 LDH 为自变量, 均以实际值赋值, Logistic 回归分析显示: 术前血肌酐($OR=2.540, 95\%CI: 1.242\sim 5.193$)、尿沉

表 1 两组患者基线资料

项目	损伤组(n=42)	未损伤组(n=126)	χ^2/t 值	P值
男/女(例)	26/16	68/58	0.805	0.370
年龄(岁)	49.73±6.14	48.12±4.67	1.556	0.125
体重指数(kg/m ²)	23.46±2.86	22.87±2.39	1.317	0.190
术前血肌酐水平(μmol/L)	123.76±22.72	92.62±17.53	8.114	<0.001
吸烟史(例)	10	25	0.551	0.458
糖尿病(例)	14	26	2.800	0.094
高血压(例)	19	38	3.195	0.074
总胆固醇(mmol/L)	4.15±1.04	4.48±1.16	1.637	0.104
三酰甘油(mmol/L)	1.38±0.43	1.55±0.51	1.599	0.122
结石直径(cm)	3.82±0.57	3.94±0.55	1.213	0.227
结石部位(例)			0.361	0.534
左肾	18	52		
右肾	14	48		
双肾	10	26		
手术时长(min)	91.53±22.86	88.57±23.64	0.948	0.345
术中出血量(mL)	11.84±2.93	11.12±3.14	1.308	0.193
术后导管引流(例)	18	40	1.720	0.190

注: 数据形式除标注外, 均为 $\bar{x} \pm s$ 。

表2 两组患者手术前后尿沉渣评分、尿标志物水平比较($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	尿沉渣评分		变化值	β 2-MG(μ g/L)		变化值	NGAL(μ g/L)		变化值	LDH(U/L)		变化值
		术前	术后		术前	术后		术前	术后		术前	术后	
损伤组	42	0.67 \pm 0.17	2.74 \pm 0.56	2.07 \pm 0.35	156.57 \pm 31.59	252.54 \pm 44.29	95.97 \pm 16.58	62.57 \pm 10.59	152.54 \pm 14.59	89.97 \pm 12.45	86.57 \pm 15.59	142.48 \pm 21.29	55.91 \pm 12.08
		0.17	0.56	0.35	31.59	44.29	16.58	10.59	14.59	12.45	15.59	21.29	12.08
未损伤组	126	0.54 \pm 0.13	1.36 \pm 0.27	0.82 \pm 0.19	140.14 \pm 29.27	174.57 \pm 36.58	34.43 \pm 6.52	50.14 \pm 9.43	64.54 \pm 16.59	14.40 \pm 3.85	76.14 \pm 11.27	94.57 \pm 16.58	18.43 \pm 3.95
		0.13	0.27	0.19	29.27	36.58	6.52	9.43	16.59	3.85	11.27	16.58	3.95
χ^2/t 值	-	4.534	15.385	22.086	3.088	11.329	23.458	7.170	30.641	38.725	4.001	13.301	19.758
P值	-	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

注: β 2-MG为尿 β 2-微球蛋白;NGAL为中性粒细胞明胶酶相关脂质运载蛋白;LDH为乳酸脱氢酶。

渣评分($OR=2.307, 95\%CI: 1.223\sim 4.354$)、 β 2-MG($OR=1.964, 95\%CI: 1.123\sim 3.434$)、NGAL($OR=1.702, 95\%CI: 1.259\sim 2.302$)、LDH($OR=2.164, 95\%CI: 1.216\sim 3.851$)是患者术后肾损伤的危险因素($P<0.05$)。(表3)

表3 术后肾损伤影响因素分析

因素	B	S.E	Wald χ^2 值	P值	OR	95%CI	
						下限	上限
术前血肌酐	0.932	0.365	6.520	0.011	2.540	1.242	5.193
尿沉渣评分	0.836	0.324	6.658	0.010	2.307	1.223	4.354
β 2-MG	0.675	0.285	5.609	0.018	1.964	1.123	3.434
NGAL	0.532	0.154	11.934	0.001	1.702	1.259	2.302
LDH	0.772	0.294	6.895	0.009	2.164	1.216	3.851

注: β 2-MG为尿 β 2-微球蛋白;NGAL为中性粒细胞明胶酶相关脂质运载蛋白;LDH为乳酸脱氢酶。

四、尿沉渣联合尿标志物诊断术后肾损伤的效能分析

尿沉渣评分、 β 2-MG、NGAL、LDH诊断术后肾损伤的曲线下的面积(area under the curve, AUC)为0.801(95%CI: 0.729~0.873)、0.827(95%CI: 0.751~0.904)、0.791(95%CI: 0.705~0.878)、0.772(95%CI: 0.698~0.846),明显低于联合诊断0.875(95%CI: 0.819~0.931),差异有统计学意义($P<0.05$)。(表4,图1)

表4 尿沉渣联合尿标志物诊断术后肾损伤的效能分析

因素	AUC	标准误	95%CI
尿沉渣评分	0.801	0.037	0.729~0.873
β 2-MG	0.827	0.039	0.751~0.904
NGAL	0.791	0.044	0.705~0.878
LDH	0.772	0.038	0.698~0.846
联合诊断	0.875	0.028	0.819~0.931

注: β 2-MG为尿 β 2-微球蛋白;NGAL为中性粒细胞明胶酶相关脂质运载蛋白;LDH为乳酸脱氢酶;AUC为曲线下面积。

讨论

经皮肾镜碎石取石术已成为外科治疗肾结石的

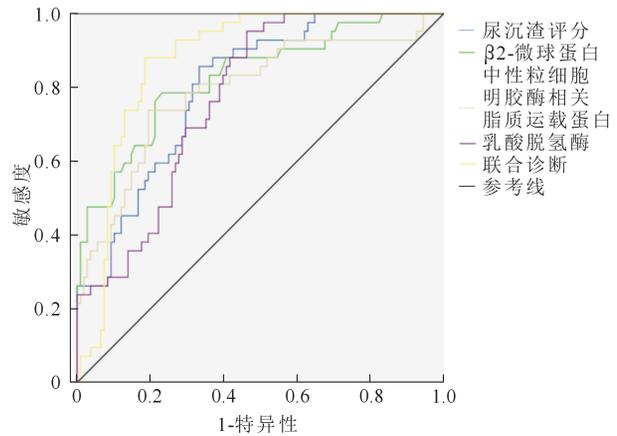


图1 尿沉渣联合尿标志物诊断术后肾损伤的受试者工作特征曲线

常见微创化治疗手段,通过穿刺皮肤、肾实质以建立肾镜操作通道,采用B型超声、X线荧光透视等方法定位,并借助肾镜引导钬激光粉碎结石、取出结石以解除梗阻^[8]。但临床运用中发现,随着结石复杂程度、负荷的增加,术中可能需要通过建立多个通道完全清除结石,进而增加并发症发生风险,特别是造成局部肾脏组织的暂时缺血、直接创伤,导致肾受损^[9]。研究发现泌尿系统结石患者接受经皮肾镜术后,并发急性肾损伤的发病率可达15%,其中术后部分患者肾功能未能完全恢复,严重影响生活质量和生命安全^[10],因此,对肾结石患者经皮肾镜碎石取石术后肾损伤的早期预判和干预具有重要临床意义。尽管既往研究发现,术前高血肌酐水平是泌尿系统结石患者术后发生急性肾损伤的危险因素^[11]。同时本研究也证实术前高血肌酐水平可增加肾损伤发生风险,但术前血肌酐水平无法准确、及时反映患者肾功能状态,其早期预测价值有限,因此仍需探索更可靠、更敏感的生物标志物或者术前检查方法以有效预测术后肾损伤发生风险。

尿液标本采集方便,尿液中的生物学标志物能够反映肾功能状态,可为肾脏病的诊断提供及时有效的信息,如 β 2-MG、NGAL、LDH为肾功能早期损

伤的内源性标志物,可以较好反映肾小管、肾小球的受损情况^[12]。本研究发现,损伤组患者术前尿液中的 β 2-MG、NGAL、LDH水平均明显高于对照组($P < 0.05$),经治疗后表达水平明显增加,表明术前尿液中的 β 2-MG、NGAL、LDH水平可反映患者术后肾损伤情况,其变化趋势可反映损伤程度。同时,通过 Logistic 回归分析发现, β 2-MG、NGAL、LDH 均是术后肾损伤的危险因素,与既往研究结果相近。分析认为,LDH在肾脏中主要存在于肾小管上皮细胞,当患者肾小管上皮细胞受损时,可大量释放于肾小管腔中,增加尿中 LDH 酶的活性,故而尿液中 LDH 是检测肾脏损害的重要尿酶,其水平的增高提示肾实质损害^[13]。 β 2-MG 可被肾小球自由滤过,其中 99.9% 可被重吸收,仅 0.1% 以终尿的形式被排出体外,一旦患者发生肾损伤,则肾脏球滤过膜上的硫酸乙酰素合成减少,进而损伤膜原有的电荷选择性屏蔽功能,导致 β 2-MG 排出增加,对于反映近端小管受损具有较高的敏感性、特异性^[14]。经皮肾镜术中碎石和灌注等操作可导致肾脏组织的直接创伤和暂时缺血,肾脏组织损伤、血供减少而导致缺血时,肾小管、尿液中的 NGAL 浓度急剧升高,特别是在肾损害发生后 2~4 h 时尿液浓度快速升高,且早于 β 2-MG,表明在肾脏功能受损的早期 NGAL 可敏感反映肾功能变化,为及早预防肾功能损伤、恶化赢得了时间^[15]。

急性肾损伤时肾小管上皮细胞出现结构破坏,尿沉渣镜检时可观察到反映肾小管结构损伤的管型成分以及脱落的肾小管上皮细胞,且早于血肌酐的上升,尿沉渣谱和肾病理类型相关性很好,可为早期发现肾损伤提供依据^[16-17]。本次研究发现,损伤组患者的尿沉渣评分以及治疗前、后增加趋势显著高于未损伤组,表明动态观察尿沉渣评分的变化有助于更早地发现肾损伤,便于临床上及早干预,从而改善肾脏预后。研究表明,尿沉渣镜检相对尿生物学标志物(肾损伤分子-1、NGAL、肌酐等)的敏感性、特异性可能存在劣势,但尿沉渣镜检适合重复检测,具有便捷、经济的独特优势^[18-19]。侯颖芬等^[10]认为,泌尿系统结石已逐渐被认为属于全身性炎症性疾病,尿生物标志物水平波动较大,慢性炎症反应状态、血流动力学紊乱均可影响生物标志物的尿液排泄情况,因此联合检测已成为临床的常规方案。本次通过 ROC 曲线分析发现,尿沉渣联合尿标志物检测的 AUC 为 0.875(95% CI: 0.819~0.931),明显高于各指标单独检测,表明联合检测可提高肾结石经皮肾

镜碎石取石术后肾损伤的诊断效能,可作为诊断肾损伤早期筛查的方法。本研究为单中心研究,纳入样本量较小,且尿液 β 2-MG、NGAL、LDH 水平是一个动态变化的过程,尿液检测时间点较少,容易受到患者疾病进展、生理状态的影响,因此需要增加样本量和检测时间点进一步研究尿液指标与术后肾损伤严重程度的关系。

综上所述,术前尿沉渣评分、尿标志物(β 2-MG、NGAL、LDH)与肾结石经皮肾镜碎石取石术后肾损伤存在相关性,联合检测可提高肾损伤的诊断效能。

利益冲突 所有作者均声明没有利益冲突

参 考 文 献

- [1] 于敏,白玛嘎金,洛松曲措,等. 西藏自治区八宿县常驻居民泌尿系结石的流行病学调查及影响因素分析[J]. 临床肾脏病杂志, 2020, 20(10): 797-802. DOI: 10.3969/j.issn.1671-2390.2020.10.006.
Yu M, Bai MGJ, Luosong QC, et al. Epidemiological investigation of urinary calculi among the permanent residents in Basu County, Tibet Autonomous Region and analysis on its influencing factors[J]. J Clin Nephrol, 2020, 20(10): 797-802. DOI: 10.3969/j.issn.1671-2390.2020.10.006.
- [2] 卢宇超,余斌,王少刚,等. 经皮肾镜取石术作为日间手术的应用初探[J]. 中华泌尿外科杂志, 2020, 41(6): 463-466. DOI: 10.3760/cma.j.cn112330-20191022-00463
Lu YC, Yu J, Wang SG, et al. Application of percutaneous nephrolithotomy as daytime surgery [J]. Chin J Urol, 2020, 41(6): 463-466. DOI: 10.3760/cma.j.cn112330-20191022-00463
- [3] 徐方明,白璐,张森,等. 经皮肾镜碎石取石术后发生全身炎症反应综合征的列线图模型建立[J]. 医学研究生学报, 2019, 32(9): 968-972. DOI: 10.16571/j.cnki.1008-8199.2019.09.014.
Xu FM, Bai L, Zhang S, et al. Establishment and evaluation of a nomogram model of systemic inflammatory response syndrome after percutaneous nephrolithotomy[J]. J Med Postgrad, 2019, 32(9): 968-972. DOI: 10.16571/j.cnki.1008-8199.2019.09.014.
- [4] Griffin BR, Faubel S, Edelstein CL. Biomarkers of drug-induced kidney toxicity[J]. Ther Drug Monit, 2019, 41(2): 213-226. DOI: 10.1097/FTD.0000000000000589.
- [5] 刘小华,李惊子,杨莉. 尿沉渣镜检在急性肾损伤诊断中的价值[J]. 中华肾脏病杂志, 2013, 29(1): 61-63. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-7097.2013.01.014.
Liu XH, Li JZ, Yang L. Value of microscopic examination of urinary sediment in the diagnosis of acute renal injury [J]. Chin J Nephrol, 2013, 29(1): 61-63. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-7097.2013.01.014.
- [6] Perazella MA, Coca SG, Hall IE, et al. Urine microscopy is associated with severity and worsening of acute kidney injury in hospitalized patients[J]. Clin J Am Soc Nephrol, 2010, 5(3): 402-408. DOI: 10.2215/CJN.06960909.
- [7] Khwaja A. KDIGO clinical practice guidelines for acute kidney injury[J]. Nephron Clin Pract, 2012, 120(4): c179-c184. DOI:

- 10.1159/000339789.
- [8] Awan AS, Mithani S, Yousuf F, et al. Percutaneous nephrolithotomy in a previously operated kidney[J]. J Coll Physicians Surg Pak, 2020, 30 (11) : 1201-1205. DOI: 10.29271/jcpsp.2020.11.1201.
- [9] Kallidonis P, Tsaturyan A, Lattarulo M, et al. Minimally invasive percutaneous nephrolithotomy (PCNL) : techniques and outcomes[J]. Turk J Urol, 2020, 46 (Supp. 1) : S58-S63. DOI: 10.5152/tud.2020.20161.
- [10] 侯颖芬, 张书玥, 谌卫, 等. 肾结石经皮肾镜术后急性肾损伤患者术前血清和尿神经导向因子的水平及其临床意义[J]. 上海医学, 2018, 41(2) : 100-103.
Hou JB, Zhang SY, Chen W, et al. Levels of serum and urinary netrin-1 in patients with acute kidney injury after percutaneous nephrolithotomy and its clinical significance[J]. Shanghai Med J, 2018, 41(2) : 100-103.
- [11] 刘敏, 董浩, 彭泳涵, 等. 经皮肾镜钬激光碎石术后急性肾损伤高危因素分析[J]. 临床泌尿外科杂志, 2016, 31(6) : 543-546, 549. DOI:10.13201/j.issn.1001-1420.2016.06.013.
Liu M, Dong H, Peng YH, et al. Analysis of risk factors for acute kidney injury after percutaneous nephrolithotomy with holmium laser[J]. J Clin Urol, 2016, 31(6) : 543-546, 549. DOI:10.13201/j.issn.1001-1420.2016.06.013.
- [12] 姜莹, 张碧丽, 王文红. 原发性肾病综合征患儿尿液肾损伤标志物检测的临床意义[J]. 中华实用儿科临床杂志, 2019, 34(17) : 1326-1330. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-428X.2019.17.011.
Jiang Y, Zhang BL, Wang WH. Clinical significance of detection of urine renal injury biomarkers in children with primary nephrotic syndrome[J]. Chin J Appl Clin Pediatr, 2019, 34(17) : 1326-1330. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-428X.2019.17.011.
- [13] 张嘉皓, 李娟, 苏连久, 等. 新型冠状病毒肺炎相关性急性肾损伤的临床特点及危险因素分析[J]. 中华危重病急救医学, 2020(4) : 407-411. DOI:10.3760/cma.j.cn121430-20200302-00198.
Zhang JH, Li J, Su LJ, et al. Clinical characteristics and risk factors of acute kidney injury in coronavirus disease 2019[J]. Chin Crit Care Med, 2020(4) : 407-411. DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20200302-00198.
- [14] 姜洁, 吕菁君, 叶璐, 等. 可溶性血栓调节蛋白及中性粒细胞明胶酶相关脂质运载蛋白早期预测脓毒症相关急性肾损伤的临床研究[J]. 中华急诊医学杂志, 2020, 29(4) : 533-540. DOI:10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2020022.007-1.
Jiang J, Lyu JJ, Ye L, et al. Clinical study of soluble thrombomodulin and urinary neutrophil gelatinase-associated lipocalin in early prediction of sepsis-induced acute kidney injury[J]. Chin J Emerg Med, 2020, 29(4) : 533-540. DOI:10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2020022.007-1.
- [15] 熊胜春, 吴静, 井洪家, 等. 胱抑素 C 及 β_2 -微球蛋白中性粒细胞明胶酶相关脂质运载蛋白联合检测在肺癌患者化疗相关肾损伤早期检测中的作用[J]. 中华老年医学杂志, 2018(10) : 1107-1110. DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-9026.2018.10.011.
Xiong SC, Wu J, Jing HJ, et al. The value of measuring cysC, β_2 -microglobulin and neutrophil gelatinase-associated lipocalin as a test panel for detection of early renal damage in lung cancer patients receiving chemotherapy[J]. Chin J Geriatr, 2018(10) : 1107-1110. DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-9026.2018.10.011.
- [16] 袁金玲, 伍勇, 曹宇星, 等. 尿液肾小管上皮细胞在糖尿病肾小管损伤中的应用评估[J]. 中华检验医学杂志, 2020, 43(3) : 317-321. DOI:10.3760/cma.j.issn.1009-9158.2020.03.023.
Yuan JL, Wu Y, Cao YX, et al. Application of urinary tubular epithelial cells in the renal tubular injury in diabetes mellitus[J]. Chin J Lab Med, 2020, 43(3) : 317-321. DOI:10.3760/cma.j.issn.1009-9158.2020.03.023.
- [17] 李惊子, 王素霞, 秦小琪, 等. IgA 肾病尿沉渣谱与肾脏病理改变的相关关系[J]. 中华肾脏病杂志, 2015, 31(2) : 91-96. DOI:10.3760/cma.j.issn.1001-7097.2015.02.003.
Li JZ, Wang SX, Qin XQ, et al. Association of urinary sediments with renal pathological patterns in IgA nephropathy[J]. Chin J Nephrol, 2015, 31(2) : 91-96. DOI:10.3760/cma.j.issn.1001-7097.2015.02.003.
- [18] 刘亚红, 朱雅, 高倩, 等. 尿沉渣动态变化在慢性肾小球疾病基础上急性肾小管间质损伤中的应用[J]. 国际泌尿系统杂志, 2018(1) : 122-126. DOI:10.3760/cma.j.issn.1673-4416.2018.01.033.
Liu YH, Zhu Y, Gao Q, et al. Application of urinary sediment change to acute tubular interstitial lesion superimposed on chronic glomerular diseases[J]. Int J Urol Nephrol, 2018(1) : 122-126. DOI:10.3760/cma.j.issn.1673-4416.2018.01.033.
- [19] 沈汉玲, 黄高明, 夏玉明, 等. 2926 例学龄儿童尿液筛查分析[J]. 临床肾脏病杂志, 2014(11) : 657-660. DOI:10.3969/j.issn.1671-2390.2014.11.004.
Shen HL, Huang GM, Xia YM, et al. Analysis of 2926 cases of school-age children urine screening[J]. J Clin Nephrol, 2014(11) : 657-660. DOI:10.3969/j.issn.1671-2390.2014.11.004.

(收稿日期:2021-08-02)