

【DOI】 10.3969 / j.issn.1671-6450.2024.02.017

论著 · 临床

# 血清 IFN- $\gamma$ 、YKL-40 水平对经皮肾镜取石术后并发泌尿道感染的早期诊断价值

何伟, 胥丰, 王镭播, 岑壮顶

基金项目: 2023 年度贵州省卫生健康委科学技术基金项目 (gzwkj2023-373)

作者单位: 550014 贵阳, 北京积水潭医院贵州医院外科

通信作者: 胥丰, E-mail: 17785310917@163.com



**【摘要】** 目的 探讨血清干扰素  $\gamma$  (IFN- $\gamma$ ) 和甲壳质酶蛋白-40 (YKL-40) 在经皮肾镜取石术 (PCNL) 后并发泌尿道感染早期诊断中的价值。方法 选取 2018 年 5 月—2023 年 5 月北京积水潭医院贵州医院外科诊治的 PCNL 患者 108 例作为研究对象, 根据术后 24 h 患者是否发生尿道感染将其分为感染组 ( $n=41$ ) 与未感染组 ( $n=67$ )。采用 ELISA 法检测并比较 2 组患者血清 IFN- $\gamma$ 、YKL-40 水平; Pearson 法分析 PCNL 术后并发泌尿道感染患者血清 IFN- $\gamma$  及 YKL-40 水平与泌尿道感染指标的相关性; Logistic 回归分析 PCNL 术后并发泌尿道感染的影响因素; 受试者工作特征 (ROC) 曲线评估血清 IFN- $\gamma$ 、YKL-40 水平对 PCNL 术后并发泌尿道感染的诊断价值。结果 感染组患者手术时间、糖尿病史比例、肾功能不全比例明显高于未感染组 [ $t(\chi^2)/P=4.356/0.037, 5.016/0.025, 8.682/0.003$ ], 血清 IFN- $\gamma$ 、YKL-40 水平明显高于未感染组 ( $t/P=7.276/<0.001, 7.161/<0.001$ )。Pearson 相关性分析结果显示, PCNL 术后并发泌尿道感染患者血清 IFN- $\gamma$  水平与 WBC、CRP、PCT、IL-6、TNF- $\alpha$  水平均呈显著正相关 ( $r/P=0.251/0.025, 0.428/0.004, 0.584/<0.001, 0.632/<0.001, 0.374/0.008$ ), YKL-40 水平与 WBC、CRP、PCT、IL-6、TNF- $\alpha$  水平均呈正相关 ( $r/P=0.603/<0.001, 0.459/0.002, 0.538/<0.001, 0.474/<0.001, 0.346/0.019$ ); Logistic 回归分析结果显示, IFN- $\gamma$  和 YKL-40 水平升高是影响 PCNL 术后并发泌尿道感染的独立危险因素 [ $OR(95\%CI)=1.602(1.175\sim 2.184), 1.665(1.207\sim 2.296)$ ]; IFN- $\gamma$ 、YKL-40 表达水平及二者联合诊断 PCNL 术后并发泌尿道感染的曲线下面积 (AUC) 分别为 0.788、0.782、0.877, 且二者联合优于各自单独诊断 ( $Z/P=2.114/0.035, 2.747/0.006$ )。结论 PCNL 术后泌尿道感染患者血清 IFN- $\gamma$ 、YKL-40 水平明显升高, 二者联合检测对 PCNL 术后并发泌尿道感染有较高的诊断价值。

**【关键词】** 经皮肾镜取石术; 泌尿道感染; 血清干扰素  $\gamma$ ; 甲壳质酶蛋白 40; 诊断价值**【中图分类号】** R691.3; R446.11 **【文献标识码】** A

## Early diagnostic value of serum IFN and YKL-40 levels for urinary tract infection after percutaneous nephrolithotomy

He Wei, Xu Feng, Wang Leibo, Cen Zhuangding. Department of Surgery, Beijing Jishuitan Hospital Guizhou Hospital, Guizhou Province, Guiyang 550014, China

Corresponding author: Xu Feng, E-mail: 17785310917@163.com

Funding program: 2023 Guizhou Provincial Health Commission Science and Technology Fund Project (gzwkj2023-373)

**【Abstract】** **Objective** To explore the value of serum interferon- $\gamma$  (IFN- $\gamma$ ) and chitinase protein-40 (YKL-40) in the early diagnosis of urinary tract infection after percutaneous nephrolithotomy (PCNL). **Methods** From May 2018 to May 2023, 108 patients with PCNL who visited Beijing Jishuitan Hospital Guizhou Hospital were collected as the study subjects. They were separated into an infected group ( $n=41$ ) and an uninfected group ( $n=67$ ) based on whether they had urinary tract infection 24 hours after surgery. The clinical data of the two groups were compared; ELISA method was applied to detect and compare serum IFN and YKL-40 levels in two groups; Pearson method was applied to analyze the correlation between serum IFN and YKL-40 levels and indicators of urinary tract infection in patients with urinary tract infection after PCNL; Logistic regression was applied to analyze the influencing factors of urinary tract infections after PCNL; receiver operating characteristic (ROC) curve was applied to evaluate the diagnostic value of serum IFN and YKL-40 levels for urinary tract infections after PCNL. **Results** The operation time, the proportion of history of diabetes and the proportion of renal insufficiency in the infected group were obviously higher than those in the uninfected group [ $t(\chi^2)/P=4.356/0.037, 5.016/0.025, 8.682/0.003$ ]; the levels of serum IFN and YKL-40 in the infected group were obviously higher than those in the uninfected group ( $t/P=7.276/<0.001, 7.161/<0.001$ ); Pearson correlation analysis showed that there was a positive correlation between serum IFN and YKL-40 levels in patients with uri-

nary tract infection after PCNL ( $P<0.05$ ); Logistic regression analysis showed that serum IFN- $\gamma$  levels were positively correlated with WBC and CRP, PCT, IL-6, and TNF- $\alpha$  levels in patients with urinary tract infections complicated by PCNL ( $r/P=0.251/0.025, 0.428/0.004, 0.584/<0.001, 0.632/<0.001, 0.374/0.008$ ), and YKL-40 levels were positively correlated with WBC and CRP, PCT, IL-6, and TNF- $\alpha$  levels ( $r/P=0.603/<0.001, 0.459/0.002, 0.538/<0.001, 0.474/<0.001, 0.346/0.019$ ); Logistic regression analysis showed that elevated levels of IFN- $\gamma$  and YKL-40 were independent risk factors affecting the complication of urinary tract infections after PCNL [OR (95% CI)=1.602 (1.175-2.184), 1.665 (1.207-2.296)]; ROC curve analysis results showed that the area under the curve (AUC) of serum IFN and YKL-40 levels alone and in combination for the diagnosis of PCNL complicated with urinary tract infections was 0.788, 0.782, and 0.877, respectively, the combined diagnostic effect of the two was better than that of single diagnosis ( $Z/P=2.114/0.035, 2.747/0.006$ ). **Conclusion** The serum levels of IFN- $\gamma$  and YKL-40 in patients with urinary tract infection after PCNL obviously increase, and the combined detection of the two has high diagnostic value for urinary tract infection after PCNL.

**【Key words】** Percutaneous nephrolithotomy; Urinary tract infection; Serum interferon- $\gamma$ ; Chitinase like protein-40; Diagnostic value

经皮肾镜取石术 (percutaneous nephrolithotomy, PCNL) 是当前治疗肾结石及输尿管结石的首要方式<sup>[1]</sup>。然而 PCNL 术后容易引发泌尿道感染、肝肠损伤、出血等并发症,如若不及时治疗,可能会导致全身感染,甚至危及患者生命<sup>[2]</sup>。研究表明,干扰素  $\gamma$  (interferon- $\gamma$ , IFN- $\gamma$ ) 在不同感染类疾病发展中,既能参与感染过程,也能对感染发挥良好的抑制作用<sup>[3]</sup>。而甲壳质酶蛋白-40 (chitinase like protein-40, YKL-40) 是由免疫活性细胞产生的一种几丁质酶样糖蛋白,主要作用是参与机体炎症反应与细胞外基质重构等过程<sup>[4]</sup>。另有研究表明,在肥胖、类风湿关节炎等疾病引发的慢性炎症反应过程中, YKL-40 与促炎因子 IL-6、IL-1、IFN- $\gamma$  水平的升高密切相关<sup>[5]</sup>。现通过分析 PCNL 术后患者血清 IFN- $\gamma$ 、YKL-40 水平及其对 PCNL 术后并发泌尿道感染的诊断价值,以期临床预防和治疗 PCNL 术后并发泌尿道感染提供理论依据,报道如下。

### 1 资料与方法

1.1 临床资料 选取 2018 年 5 月—2023 年 5 月北京积水潭医院贵州医院外科行 PCNL 术患者 108 例作为研究对象。根据患者术后 24 h 内是否发生尿道感染分为感染组 ( $n=41$ ) 与未感染组 ( $n=67$ )。2 组患者性别、年龄、体质量指数、高血压史比例、尿道感染史比例、结石面积、结石数量比较差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ ), 而感染组患者手术时间、糖尿病史比例、肾功能不全比例高于未感染组 ( $P<0.05$ ), 见表 1。本研究已经获得医院伦理委员会批准 (18-041), 患者或家属知情同意并签署知情同意书。

1.2 病例选择标准 (1) 纳入标准: ①患者经临床确诊肾结石, 符合《临床实用肾脏外科学》中肾结石诊断标准<sup>[6]</sup>; ②患者年龄  $\geq 18$  岁, 均行 PCNL 治疗; ③术前无其他原发性感染; ④患者临床资料完整。(2) 排除标准: ①妊娠或哺乳期女性; ②有多囊肾等先天性肾脏

表 1 未感染组、感染组 PCNL 术后患者临床资料比较  
Tab. 1 Comparison of clinical data between uninfected and infected PCNL postoperative patients

临床资料		未感染组 ( $n=67$ )	感染组 ( $n=41$ )	$t/\chi^2$ 值	$P$ 值
性别 [例 (%)]	男	35 (52.24)	18 (43.90)	0.707	0.400
	女	32 (47.76)	23 (56.10)		
年龄 ( $\bar{x}\pm s$ , 岁)		67.19 $\pm$ 8.35	66.27 $\pm$ 8.13	0.561	0.576
体质量指数 ( $\bar{x}\pm s$ , kg/m <sup>2</sup> )		24.99 $\pm$ 3.17	25.31 $\pm$ 3.28	0.502	0.616
糖尿病史 [例 (%)]		26 (38.81)	25 (60.98)	5.016	0.025
高血压史 [例 (%)]		32 (47.76)	22 (53.66)	0.354	0.552
尿道感染史 [例 (%)]		34 (50.75)	20 (48.78)	0.039	0.843
肾功能不全 [例 (%)]		23 (34.33)	26 (63.41)	8.682	0.003
结石数量 [例 (%)]	单个	25 (37.31)	17 (41.46)	0.184	0.668
	多个	42 (62.69)	24 (58.54)		
结石面积 [例 (%)]	$\geq 10$ cm <sup>2</sup>	28 (41.79)	23 (56.10)	2.089	0.148
	$< 10$ cm <sup>2</sup>	39 (58.21)	18 (43.90)		
手术时间 [例 (%)]	$\geq 90$ min	27 (40.30)	25 (60.98)	4.356	0.037
	$< 90$ min	40 (59.70)	16 (39.02)		

畸形者; ③合并恶性肿瘤、甲状腺功能异常者; ④凝血功能异常等血液疾病者; ⑤酗酒、药物滥用者。

### 1.3 观测指标与方法

1.3.1 样本采集: 患者入院翌日晨采集空腹肘静脉血 2 ml, 室温静置 4 h, 离心收集上清, 转至  $-20^{\circ}\text{C}$  保存待测。

1.3.2 血清 IFN- $\gamma$ 、YKL-40 水平检测: 上述血清采用酶联免疫吸附法 (enzyme-linked immunosorbent assay, ELISA) 检测试剂盒 (上海赛默飞世尔有限公司) 测定血清 IFN- $\gamma$ 、YKL-40 水平。

1.3.3 泌尿道感染指标检测: 取上述血清样本, 采用 BC-7500 血细胞分析仪及 BS-280 全自动生化分析仪 (深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司) 分别检测血清白细胞计数 (white blood cell, WBC) 和血清 C 反应蛋白 (C-reactive protein, CRP) 水平, S600 电化学发光

免疫分析仪(上海腾泉生物科技有限公司)检测血清降钙素原(procalcitonin, PCT)水平, ELISA 检测试剂盒测定血清白介素 6(interleukin-6, IL-6)、肿瘤坏死因子  $\alpha$ (tumor necrosis factor  $\alpha$ , TNF- $\alpha$ )水平。

1.4 统计学方法 采用 SPSS 25.0 软件进行数据分析,计数资料以频数或率(%)表示,比较采用  $\chi^2$  检验;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;Pearson 法分析 PCNL 术后并发泌尿道感染患者血清 IFN- $\gamma$  与 YKL-40 水平的相关性;Logistic 回归分析 PCNL 术后并发泌尿道感染的影响因素;绘制受试者工作特征曲线(receiver operating characteristic, ROC)评估血清 IFN- $\gamma$ 、YKL-40 水平单项检测及联合检测对 PCNL 术后并发泌尿道感染的诊断价值。 $P < 0.05$  表示差异有统计学意义。

## 2 结果

2.1 2 组 PCNL 术后患者血清 IFN- $\gamma$ 、YKL-40 水平比较 与未感染组比较,感染组患者血清 IFN- $\gamma$ 、YKL-40 水平均明显升高( $P < 0.01$ ),见表 2。

表 2 未感染组、感染组 PCNL 术后患者血清 IFN- $\gamma$ 、YKL-40 水平比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

Tab.2 Comparison of Serum IFN- $\gamma$  and YKL-40 levels in PCNL postoperative patients in the uninfected and infected groups

组别	例数	IFN- $\gamma$ (pg/L)	YKL-40(ng/L)
未感染组	67	322.02 $\pm$ 33.28	47.01 $\pm$ 14.29
感染组	41	372.96 $\pm$ 38.42	68.72 $\pm$ 16.81
$t$ 值		7.276	7.161
$P$ 值		<0.001	<0.001

2.2 2 组 PCNL 术后患者血清泌尿道感染指标水平比较 与未感染组比较,感染组血清 WBC 及 CRP、PCT、IL-6、TNF- $\alpha$  水平均明显升高( $P < 0.01$ ),见表 3。

表 3 未感染组、感染组 PCNL 术后患者血清泌尿道感染指标水平比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

Tab.3 Comparison of serum urinary tract infection index levels between uninfected and infected PCNL postoperative patients

指标	未感染组 ( $n=67$ )	感染组 ( $n=41$ )	$t$ 值	$P$ 值
WBC( $\times 10^9$ )	8.05 $\pm$ 1.13	12.67 $\pm$ 4.42	153	<0.001
CRP(ng/L)	4.12 $\pm$ 0.21	7.04 $\pm$ 2.89	259	<0.001
PCT(ng/L)	0.36 $\pm$ 0.18	1.25 $\pm$ 0.47	950	<0.001
IL-6( $\mu$ g/L)	25.67 $\pm$ 8.36	48.42 $\pm$ 9.15	4003	<0.001
TNF- $\alpha$ (ng/L)	61.32 $\pm$ 11.49	98.51 $\pm$ 13.76	131	<0.001

2.3 PCNL 术后并发泌尿道感染患者血清 IFN- $\gamma$ 、

YKL-40 水平与泌尿道感染指标相关性分析 Pearson 相关分析结果显示,PCNL 术后并发泌尿道感染患者血清 IFN- $\gamma$  水平与 WBC 及 CRP、PCT、IL-6、TNF- $\alpha$  水平均呈正相关( $P < 0.05$  或 0.01),YKL-40 水平与 WBC 及 CRP、PCT、IL-6、TNF- $\alpha$  水平均呈正相关( $P < 0.05$  或 0.01),见表 4。

表 4 PCNL 术后并发泌尿道感染患者血清 IFN- $\gamma$ 、YKL-40 水平与泌尿道感染指标的相关性

Tab.4 The correlation between Serum IFN- $\gamma$  and YKL-40 levels in patients with concurrent urinary tract infections after PCNL surgery and urinary tract infection indicators

指标	IFN- $\gamma$		YKL-40	
	$r$ 值	$P$ 值	$r$ 值	$P$ 值
WBC	0.251	0.025	0.603	<0.001
CRP	0.428	0.004	0.459	0.002
PCT	0.584	<0.001	0.538	<0.001
IL-6	0.632	<0.001	0.474	<0.001
TNF- $\alpha$	0.374	0.008	0.346	0.019

2.4 Logistic 回归分析血清 IFN- $\gamma$ 、YKL-40 水平对 PCNL 术后并发泌尿道感染的影响 以 PCNL 术后是否发生泌尿道感染为因变量(否 = 0,是 = 1),以血清 IFN- $\gamma$ 、YKL-40 水平(实测值)为自变量,进行 Logistic 回归分析。结果显示,血清 IFN- $\gamma$  和 YKL-40 水平升高是影响 PCNL 术后并发泌尿道感染的独立危险因素( $P < 0.01$ ),见表 5。

表 5 Logistic 回归分析血清 IFN- $\gamma$ 、YKL-40 水平对 PCNL 术后并发泌尿道感染的影响因素

Tab.5 Logistic regression analysis of serum IFN- $\gamma$  and YKL-40 levels of postoperative urinary tract infection in PCNL patients

指标	$\beta$ 值	SE 值	Wald 值	$P$ 值	OR 值	95%CI
IFN- $\gamma$ 高	0.471	0.158	8.896	0.003	1.602	1.175~2.184
YKL-40 高	0.510	0.164	9.664	0.002	1.665	1.207~2.296

2.5 血清 IFN- $\gamma$ 、YKL-40 水平对 PCNL 术后并发泌尿道感染诊断价值分析 绘制血清 IFN- $\gamma$ 、YKL-40 水平对 PCNL 术后并发泌尿道感染诊断价值的 ROC 曲线,并计算曲线下面积(area under curve, AUC),结果显示,IFN- $\gamma$ 、YKL-40 表达水平及二者联合诊断 PCNL 术后并发泌尿道感染的 AUC 分别为 0.788、0.782、0.877,且二者联合优于各自单独诊断( $Z/P = 2.114/0.035$ 、2.747/0.006),见表 6 和图 1。

表 6 血清 IFN- $\gamma$ 、YKL-40 对 PCNL 术后并发泌尿道感染的诊断价值

Tab.6 Diagnostic value of Serum IFN- $\gamma$  and YKL-40 for postoperative complications of urinary tract infections in PCNL surgery

变量	截断值	AUC	95%CI	敏感度	特异度	Youden 指数
IFN- $\gamma$	350.83 pg/L	0.788	0.699~0.861	0.707	0.836	0.543
YKL-40	57.47 ng/L	0.782	0.693~0.856	0.707	0.761	0.469
二者联合		0.877	0.885~0.982	0.878	0.746	0.624

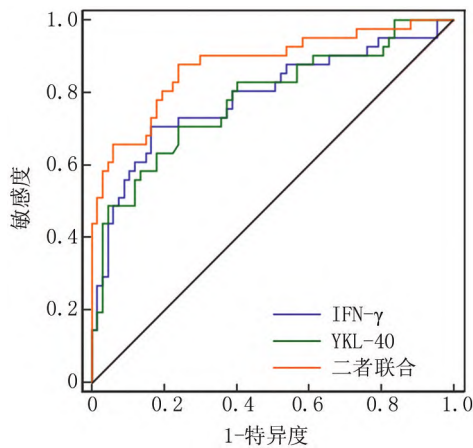


图 1 血清 IFN- $\gamma$ 、YKL-40 及二者联合诊断 PCNL 术后并发泌尿道感染的 ROC 曲线

Fig.1 ROC curve for diagnosing postoperative urinary tract infections in PCNL with YKL-40 and Serum IFN- $\gamma$  and their combination

### 3 讨论

PCNL 主要是通过患者在腰部切口建立取石通道,并利用激光或超声波等设备对结石进行破碎,具有损伤小、取石彻底、恢复快等优点<sup>[7]</sup>。PCNL 自应用以来,由于其对结石清除效果好,且其成本和治疗费用较低,目前仍是治疗肾结石的主要方式,但 PCNL 术后并发症发生率较高,其中,泌尿道感染严重会进展为尿源性脓毒血症,引起机体器官继发性衰竭,病死率高达 20%~40%<sup>[8-9]</sup>。近年来,随着医学的快速发展,PCNL 技术也在不断提升,其中微通道 PCNL、超微通道 PCNL(UMP/SMP)是当前的研究热点,其能有效减少 PCNL 术后相关并发症的发生,然而由于通道减小,手术视野不佳,导致术中易出现并发症,结石清除率明显降低,且 UMP 与 SMP 治疗费用高,目前在临床上无法普及<sup>[10]</sup>。因此,寻找准确、高效的血清诊断标志物,对 PCNL 术后并发泌尿道感染早期诊断具有重要意义。

IFN- $\gamma$  是 T 淋巴细胞、B 细胞、NK 细胞、巨噬细胞等免疫细胞产生的一种细胞活性因子,而 IFN- $\gamma$  受体

由 2 条跨膜链 IFN- $\gamma$ R1 和 IFN- $\gamma$ R2 组成,IFN- $\gamma$  被分泌后会与受体结合并相互作用,通过激活巨噬细胞并诱导细胞上主要组织相容性复合体分子表达上调,从而在机体炎症反应和免疫调节中发挥着重要作用<sup>[11-13]</sup>。研究表明,肾结石患者行 PCNL 术后,大量细菌和内毒素会通过肾盂进入尿道,引发泌尿道感染。而机体接收到细菌入侵的信号时,会立即产生大量免疫因子进行抵御<sup>[14]</sup>。而 IFN- $\gamma$  与各种感染的易感性密切相关,当机体免疫系统紊乱或遭受感染时,NK 细胞会大量分泌 IFN- $\gamma$ ,进而通过信号转导作用触发宿主对微生物感染死亡先天防御,导致在此过程中,IFN- $\gamma$  水平明显升高<sup>[15]</sup>。本研究中,与未感染组比较,感染组患者血清中 IFN- $\gamma$  水平明显升高,提示 IFN- $\gamma$  可能参与了促进 PCNL 术后泌尿道感染过程。

YKL-40 来源于中性粒细胞、巨噬细胞、上皮细胞、内皮细胞等多种细胞,具有促进细胞生长增殖、促进血管生成、调节基质重建、参与炎症反应等作用。研究认为,许多疾病的发生与 YKL-40 水平升高有关,其中,在炎症反应过程中,YKL-40 主要通过介导 TGF- $\beta$ 、JNK、MAPK 等信号传导通路,调节一些细胞炎症因子如 IL-13、IL-4、IFN- $\gamma$  促进炎症反应的发生<sup>[16]</sup>。Jung 等<sup>[17]</sup>研究发现,在人脐静脉内皮细胞中,YKL-40 能通过抑制脂多糖水平诱导动脉粥样硬化,并进一步在小鼠实验中发现,当敲除 YKL-40 基因后,可以明显抑制小鼠主动脉粥样硬化的发展,并降低一些炎症标志物水平。另有大量研究报道,在阿尔茨海默病、脊髓炎、多发性硬化等神经类疾病患者体内,YKL-40 水平均有不同程度的提高<sup>[18-19]</sup>。此外,YKL-40 在炎症反应性皮肤病如银屑病的发生发展中也发挥着关键作用,被认为是诊断银屑病关节炎的生物标志物,并且还有研究认为 YKL-40 的作用机制与其调节 IFN 因子密切相关<sup>[20]</sup>。以上研究表明,YKL-40 在多种与炎症反应有关的疾病发生发展中发挥重要作用。本研究结果显示,感染组患者血清 YKL-40 水平明显高于未感染组,PCNL 术后并发泌尿道感染过程与机体自身免疫调节息息相关,因此推测 YKL-40 水平与 PCNL 术后并发泌尿道感染有一定关系。

WBC 是人的重要防御细胞,对病原微生物具有吞噬作用,因而其水平与感染程度为正相关关系;CRP 在机体受到损伤或发生感染时会被合成,进而促进吞噬细胞吞噬细菌及溶酶体酶分泌,达到抗炎作用;PCT 与细菌感染有关,在正常情况下,其血清含量较低,而当机体感染病菌时,其含量会明显升高;而 IL-6 和 TNF- $\alpha$  是由炎症细胞产生的促炎细胞因子,参与多种

炎性反应与血管组织损伤过程<sup>[21-22]</sup>。此外,本研究结果还发现,PCNL 术后并发泌尿道感染患者血清 IFN- $\gamma$ 、YKL-40 水平与泌尿道感染相关指标包括 WBC 及 CRP、PCT、IL-6、TNF- $\alpha$  水平均呈正相关,进一步说明参与 IFN- $\gamma$ 、YKL-40 与 PCNL 术后并发泌尿道感染过程密切相关,且 Logistic 回归分析结果显示,IFN- $\gamma$ 、YKL-40 升高是影响 PCNL 术后并发泌尿道感染的独立危险因素;ROC 曲线分析结果显示,血清 IFN- $\gamma$ 、YKL-40 水平对 PCNL 术后并发泌尿道感染的诊断价值较高,二者联合诊断的 AUC 为 0.877,敏感度也优于各自单独诊断。以上结果说明联合检测血清 IFN- $\gamma$ 、YKL-40 水平对 PCNL 术后并发泌尿道感染的诊断价值较高。

综上所述,PCNL 术后并发泌尿道感染患者血清 IFN- $\gamma$ 、YKL-40 水平明显升高,是 PCNL 术后并发泌尿道感染的独立影响因素,检测术后血清 IFN- $\gamma$ 、YKL-40 水平对 PCNL 术后并发泌尿道感染的诊断价值较高。后续将对其具体机制进行深入研究。

**利益冲突:**所有作者声明无利益冲突

**作者贡献声明**

何伟:设计研究方案、实施研究过程,分析试验数据;胥丰:设计研究方案、文章撰写;王镭播:分析试验数据,论文修改;岑壮项:资料收集、统计学分析

**参考文献**

- [1] Mohyelden K, Abdel-Rassoul M, Dogha M, et al. One-shot dilatation vs metal dilator during percutaneous nephrolithotomy in flank-free supine position: A randomized controlled study [J]. *J Endourol*, 2022, 36(6): 727-733. DOI: 10.1089/end.2021.0378.
- [2] 张伟君,张春雷,常德辉,等.联合检测 C-反应蛋白和降钙素原在经皮肾镜取石术后并发尿源性脓毒症血症早期诊断中的价值[J]. *兰州大学学报:医学版*, 2022, 48(6): 69-72. DOI: 10.13885/j.issn.1000-2812.2022.06.015.
- [3] 王晓丽,梅花,张艳波,等.miR-155 及 IFN- $\gamma$  在新生大鼠急性呼吸窘迫综合征肺损伤模型中的表达[J]. *国际儿科学杂志*, 2022, 49(12): 850-855. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4408.2022.12.012.
- [4] 蔡依希.尿甲壳质酶蛋白-40 对新生儿急性尿路感染的早期诊断价值及与其他指标相关性分析[J]. *国际泌尿系统杂志*, 2021, 41(2): 327-331. DOI: 10.3760/cma.j.cn431460-20190520-00034.
- [5] 陈浩,周培媚.YKL-40 在炎症性疾病中的研究进展[J]. *四川医学*, 2022, 43(4): 392-396. DOI: 10.16252/j.cnki.issn1004-0501-2022.04.014.
- [6] 吕家驹,傅强.临床实用肾脏外科学[M].北京:军事医学科学出版社,2011:96-98.
- [7] Soltani MH, Hossein Kashi A, Farshid S, et al. Transperitoneal laparoscopic pyelolithotomy versus percutaneous nephrolithotomy for treating the patients with staghorn kidney stones: A randomized clinical trial [J]. *Urol J*, 2021, 19(1): 28-33. DOI: 10.22037/uj.v18i.6831.
- [8] 安凌悦,吴伟宙,曾滔,等.经皮肾镜取石术围手术期尿路感染的诊断与治疗[J]. *临床泌尿外科杂志*, 2021, 36(5): 412-414. DOI:

10.13201/j.issn.1001-1420.2021.05.017.

- [9] Constante-Amores CR, Kahouadji L, Williams JG, et al. Role of Kidney Stones in Renal Pelvis Flow [J]. *J Biomech Eng*, 2023, 145(5): 1007-1018. DOI: 10.1115/1.4056461.
- [10] 郑小青,楚溪,韦胜威,等.微创经皮肾镜取石术治疗复杂性肾结石的效果及对机体应激反应和肾功能的影响[J]. *中外医学研究*, 2023, 21(24): 128-131. DOI: 10.14033/j.cnki.cfmr.2023.24.031.
- [11] 梁桂金,来伟,双峰,等.老年患者全身麻醉手术后肺部细菌感染与血清 IFN- $\gamma$ 、sCD163 水平关系分析[J]. *中国病原生物学杂志*, 2023, 18(10): 1185-1189. DOI: 10.13350/j.cjpb.231014.
- [12] Kato M. New insights into IFN- $\gamma$  in rheumatoid arthritis: Role in the era of JAK inhibitors [J]. *Immunol Med*, 2020, 43(2): 72-78. DOI: 10.1080/25785826.2020.1751908.
- [13] 李倩,王有峰.血清 IFN- $\gamma$  及 IL-17 水平与大叶性肺炎患儿病情程度及预后的相关性[J]. *中国实用医刊*, 2023, 50(6): 55-58. DOI: 10.3760/cma.j.cn115689-20221116-05484.
- [14] 邓汪东,卢善明,杨峰涛.膀胱癌组织中 MICA、NF- $\kappa$ B 和 p53 的表达和意义[J]. *中国医师杂志*, 2012, 14(4): 445-448. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1008-1372.2012.04.004.
- [15] Ding H, Wang G, Yu Z, et al. Role of interferon-gamma (IFN- $\gamma$ ) and IFN- $\gamma$  receptor 1/2 (IFN- $\gamma$ R1/2) in regulation of immunity, infection, and cancer development: IFN- $\gamma$ -dependent or independent pathway [J]. *Biomed Pharmacother*, 2022, 155: 113683. DOI: 10.1016/j.biopha.2022.113683.
- [16] 刘振坤,乔明涛,安瑞肖,等.PCT、YKL-40、sICAM-1、TRAIL 和 IP-10 联合检测在慢性阻塞性肺疾病气道炎症中的诊断意义[J]. *实用医院临床杂志*, 2019, 16(1): 176-180. DOI: 10.3969/j.issn.1672-6170.2019.01.057.
- [17] Jung TW, Park HS, Choi GH, et al. Chitinase-3-like protein 1 ameliorates atherosclerotic responses via PPAR $\delta$ -mediated suppression of inflammation and ER stress [J]. *J Cell Biochem*, 2018, 119(8): 6795-6805. DOI: 10.1002/jcb.26873.
- [18] Leuzu A, Cullen NC, Mattsson-Carlgrén N, et al. Current advances in plasma and cerebrospinal fluid biomarkers in Alzheimer's disease [J]. *Curr Opin Neurol*, 2021, 34(2): 266-274. DOI: 10.1097/WCO.0000000000000904.
- [19] Lorenz G, Schmalenberg M, Kemmner S, et al. Mortality prediction in stable hemodialysis patients is refined by YKL-40, a 40-kDa glycoprotein associated with inflammation [J]. *Kidney Int*, 2018, 93(1): 221-230. DOI: 10.1016/j.kint.2017.07.010.
- [20] Höbaus C, Tscharré M, Herz CT, et al. YKL-40 levels increase with declining ankle-brachial index and are associated with long-term cardiovascular mortality in peripheral arterial disease patients [J]. *Atherosclerosis*, 2018, 274: 152-156. DOI: 10.1016/j.atherosclerosis.2018.05.006.
- [21] 吴元元,毛琦,洪建军,等.血清 PCT、CRP 和 CD64 在四肢骨折内固定术后早期感染中的预测价值[J]. *中华临床感染病杂志*, 2023, 16(4): 278-283. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1674-2397.2023.04.008.
- [22] 贺想平.血常规、CRP、PCT 联合检测在诊断小儿细菌性感染疾病中的价值[J]. *黑龙江医药*, 2023, 36(5): 1176-1178. DOI: 10.14035/j.cnki.hljyy.2023.05.065.

(收稿日期:2023-09-20)