

· 论 著 · DOI:10.3969/j.issn.1672-9455.2026.10.004

血清 Flt3L、Tim-4 对泌尿系统结石患者输尿管软镜碎石术后发生 SIRS 的预测价值*

李 辰, 王 浩, 郭岩松, 范顺成

河北省沧州市人民医院泌尿外科, 河北沧州 061000

摘要:目的 分析泌尿系统结石患者输尿管软镜碎石术(FURL)前血清 Fms 样酪氨酸激酶 3 配体(Flt3L)、T 细胞免疫球蛋白黏蛋白-4(Tim-4)水平及其对患者术后发生全身炎症反应综合征(SIRS)的预测价值。方法 选择 2020 年 8 月至 2022 年 6 月因泌尿系统结石于该院进行 FURL 治疗的 145 例患者作为结石组,根据术后 48 h 内是否发生 SIRS,将患者分为 SIRS 组与非 SIRS 组。选择同期在该院体检的健康志愿者 80 例作为对照组。比较各组血清 Flt3L、Tim-4 水平;采用多因素 Logistic 回归分析泌尿系统结石患者 FURL 术后发生 SIRS 的影响因素;绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析血清 Flt3L、Tim-4 对泌尿系统结石患者 FURL 术后发生 SIRS 的预测效能。结果 结石组血清 Flt3L、Tim-4 水平高于对照组($P < 0.05$)。与非 SIRS 组患者相比,SIRS 组患者手术时间延长,术前中段尿细菌培养阳性患者比例增多,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。SIRS 组血清 Flt3L、Tim-4 水平均明显高于非 SIRS 组($P < 0.05$)。多因素 Logistic 回归分析结果显示,手术时间延长、术前中段尿细菌培养阳性及血清 Flt3L、Tim-4 水平升高均是泌尿系统结石患者 FURL 术后发生 SIRS 的危险因素($P < 0.05$)。血清 Flt3L、Tim-4 单独及联合预测泌尿系统结石患者 FURL 术后发生 SIRS 的曲线下面积(AUC)分别为 0.837、0.842、0.936,2 项联合预测的 AUC 大于血清 Flt3L($Z = 2.079, P = 0.038$)、Tim-4($Z = 2.006, P = 0.045$)单独预测。结论 泌尿系统结石患者 FURL 术后发生 SIRS 者血清 Flt3L、Tim-4 水平明显升高,2 项指标对泌尿系统结石患者 FURL 术后发生 SIRS 均有一定的预测价值,且 2 项联合预测效能更高。

关键词:输尿管软镜碎石术; 全身炎症反应综合征; Fms 样酪氨酸激酶 3 配体; T 细胞免疫球蛋白黏蛋白-4; 泌尿系统结石

中图法分类号:R446.1;R691.4

文献标志码:A

文章编号:1672-9455(2026)10-1320-07

Predictive value of serum Flt3L and Tim-4 for postoperative systemic inflammatory response syndrome occurrence after flexible ureteroscopy lithotripsy in patients with urinary calculi*

LI Chen, WANG Hao, GUO Yansong, FAN Shuncheng

Department of Urologic Surgery, Cangzhou Municipal People's Hospital,
Cangzhou, Hebei 061000, China

Abstract: Objective To analyze the serum Fms-like tyrosine kinase 3 ligand (Flt3L) and T-cell immunoglobulin and mucin domain-containing molecule 4 (Tim-4) levels before flexible ureteroscopic lithotripsy (FURL) in the patients with urinary calculi and their predictive value for the occurrence of postoperative systemic inflammatory response syndrome (SIRS). **Methods** A total of 145 patients with urinary calculi who underwent FURL in this hospital from August 2020 to June 2022 were selected as the calculus group. According to whether SIRS occurred within postoperative 48 h, the patients were divided into the SIRS group and non-SIRS group. Eighty healthy volunteers who underwent physical examinations in this hospital during the same period were selected as the control group. The serum Flt3L and Tim-4 levels were compared among the groups. The multivariate Logistic regression was used to analyze the influencing factors of SIRS occurrence after FURL in the patients with urinary calculi. The receiver operating characteristic (ROC) curve was drawn to analyze the predictive efficiency of serum Flt3L and Tim-4 for the occurrence of SIRS after FURL in the patients with urinary calculi. **Results** The serum Flt3L and Tim-4 levels in the calculus group were higher than

* 基金项目:河北省医学科学研究课题计划项目(20210940)。

作者简介:李辰,男,主治医师,主要从事泌尿系统结石方向的研究。

引用格式:李辰,王浩,郭岩松,等.血清 Flt3L、Tim-4 对泌尿系统结石患者输尿管软镜碎石术后发生 SIRS 的预测价值[J].检验医学与临床,2026,23(10):1320-1325.

those in the control group ($P < 0.05$). Compared with the non-SIRS group, the operation time of the SIRS group was prolonged, and the proportion of the patients with preoperative positive midstream urine bacterial culture was increased, and the differences were statistically significant ($P < 0.05$). The serum Flt3L and Tim-4 levels in the SIRS group were significantly higher than those in the non-SIRS group ($P < 0.05$). The multivariate Logistic regression analysis results showed that the prolonged operation time, preoperative midstream urine bacterial culture positive and increased serum Flt3L and Tim-4 levels were the risk factors for the SIRS occurrence after FURL in the patients with urinary calculi ($P < 0.05$). The areas under the curves (AUCs) of serum Flt3L and Tim-4 alone and their combination for predicting the SIRS occurrence after FURL in the patients with urinary calculi were 0.837, 0.842 and 0.936, respectively. The AUC of the 2-item combination prediction was greater than that of serum Flt3L ($Z = 2.079, P = 0.038$) and Tim-4 ($Z = 2.006, P = 0.045$) alone. **Conclusion** The serum Flt3L and Tim-4 levels in the urinary calculi patients with SIRS occurrence after FURL are significantly elevated. The 2-item indicators have certain value in predicting the SIRS occurrence after FURL in the patients with urinary calculi, moreover the predictive efficiency of the 2-item combination is higher.

Key words: flexible ureteroscopy lithotripsy; systemic inflammatory response syndrome; Fms-like tyrosine kinase 3 ligand; T-cell immunoglobulin and mucin domain-containing molecule 4; urinary calculi

泌尿系统结石是临床常见疾病,其主要临床表现为肾绞痛、血尿、腰腹疼痛等^[1]。目前,输尿管软镜碎石术(FURL)是治疗泌尿系统结石的主要方法之一,但其作为一种侵入性操作,可导致部分患者出现过度炎症反应,引发炎症因子的大量释放,进而诱发全身炎症反应综合征(SIRS)^[2]。SIRS病情持续进展可能导致患者机体重要器官衰竭甚至死亡^[3]。因此早期预测患者FURL治疗后SIRS的发生风险,采取干预措施,对改善其结局有积极意义。目前,常规炎症指标如C反应蛋白(CRP)、降钙素原(PCT)等虽在感染诊断中广泛应用,但在预测术后SIRS方面存在局限。Fms样酪氨酸激酶3配体(Flt3L)是树突状细胞(DCs)生成、分化和存活的关键调控因子,与多种自身免疫性疾病有关。在炎症早期,病原相关分子模式或损伤相关分子模式可刺激机体迅速上调Flt3L,进而驱动DCs、单核细胞等髓系免疫细胞及B淋巴细胞等淋巴系免疫细胞的扩增与活化,从而放大并延续炎症反应^[4-5]。T细胞免疫球蛋白黏蛋白-4(Tim-4)在巨噬细胞、单核细胞等免疫细胞中高表达,被证实与多种炎症性疾病的发生密切相关^[6]。KHANNA等^[7]研究表明,Tim-4⁺巨噬细胞的异常扩增与髓系造血紊乱同步发生,且在疾病早期靶向清除巨噬细胞可延缓疾病进展。Flt3L、Tim-4分别从免疫启动与炎症消退2个维度,共同反映SIRS的免疫失衡状态,从而具备经典指标所缺乏的机制性预测优势。但目前关于血清Flt3L、Tim-4对泌尿系统结石患者FURL术后发生SIRS的预测价值还鲜有报道。基于此,本研究分析了泌尿系统结石患者FURL术后发生SIRS与未发生SIRS者血清Flt3L、Tim-4水平差异,旨在为泌尿系统结石患者FURL术后SIRS的临床预测提供参考价值。现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选择2020年8月至2022年6月因泌尿系统结石于本院进行FURL治疗的145例患者作为结石组,其中男89例、女56例,年龄23~78岁、平均(48.47±8.52)岁,平均体质指数(BMI)为(23.05±3.12)kg/m²,有高血压史38例(26.21%),有糖尿病史26例(17.93%)。纳入标准:(1)符合泌尿系统结石临床诊断标准^[8],并经临床检查确诊;(2)符合FURL适应证并接受该手术治疗;(3)年龄20~80岁。排除标准:(1)术前存在感染症状;(2)有泌尿系统先天发育不良;(3)近期接受过抗炎、抗感染或可能对实验结果造成影响的相关治疗;(4)合并其他严重疾病;(5)处于月经期、妊娠期或哺乳期的女性。选择同期在本院体检的健康志愿者80例作为对照组,要求无泌尿系统结石病史、无免疫系统疾病、无恶性肿瘤病史,以及肝肾功能、血常规等常规体检指标正常。对照组中男48例、女32例,年龄25~80岁、平均(48.55±8.96)岁,平均BMI为(23.12±2.95)kg/m²。2组性别、年龄、BMI比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$),具有可比性。本研究经本院医学伦理委员会批准[2020-050-01(Z)]。所有研究对象或其家属均签署知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 其他基线资料收集 记录患者术前中段尿培养结果:于FURL术前采集患者中段尿于无菌试管内,进行病原菌培养,将尿液培养菌落计数 $\geq 10^5$ CFU/mL定义为细菌培养阳性,阳性患者术前根据药敏结果给予抗菌药物治疗^[9];术后记录患者手术时间、结石数量及结石最大径。

1.2.2 血清Flt3L、Tim-4水平检测 采集患者FURL术前和健康志愿者体检当天的空腹外周静脉

血 3 mL, 3 500 r/min 离心 10 min 后吸取上清液置于无菌 EP 管内, 并保存于 -80 °C 冰箱中待测。采用酶联免疫吸附试验 (ELISA) 检测血清 Flt3L、Tim-4 水平, Flt3L ELISA 试剂盒 (货号: orb1807528)、Tim-4 ELISA 试剂盒 (货号: orb1737422) 均购自武汉博欧特生物科技有限公司。

1.2.3 术后 SIRS 诊断及分组 于患者接受 FURL 治疗后 24、48 h, 多次监测其生命体征并采集血液标本进行化验。SIRS 的诊断参照相关标准^[10], 满足以下条件中的任意 2 项即可确诊: (1) 体温为 36 °C 以下或超过 38 °C; (2) 静息心率超过 90 次/min; (3) 呼吸频率超过 20 次/min 或动脉血二氧化碳分压 < 32 mmHg; (4) 白细胞计数 > 12 × 10⁹/L 或 < 4 × 10⁹/L 或未成熟白细胞数量 > 10%。根据术后 48 h 内是否发生 SIRS, 将患者分为 SIRS 组与非 SIRS 组。

1.3 统计学处理 采用 SPSS27.0 软件进行数据处理。符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 2 组间比较采用独立样本 *t* 检验, 多组间比较采用单因素方差分析, 多组间两两比较采用 SNK-*q* 检验; 计数资料以例数、百分率表示, 组间比较采用 χ^2 检验; 采用多因素 Logistic 回归分析泌尿系统结石患者 FURL 术后发生 SIRS 的影响因素; 绘制受试者工作特征 (ROC) 曲线分析血清 Flt3L、Tim-4 对泌尿系统结石患者 FURL 术后发生 SIRS 的预测效能, 曲线下面积

(AUC) 的比较采用 DeLong 检验。检验水准 $\alpha = 0.05$, 以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 结石组与对照组血清 Flt3L、Tim-4 水平比较 结石组血清 Flt3L、Tim-4 水平高于对照组, 差异均有统计学意义 ($P < 0.05$)。见表 1。

表 1 结石组与对照组血清 Flt3L、Tim-4 水平比较 ($\bar{x} \pm s$, pg/mL)

组别	<i>n</i>	Flt3L	Tim-4
对照组	80	115.23 ± 22.68	42.25 ± 6.33
结石组	145	132.41 ± 32.45	51.09 ± 7.42
<i>t</i>		-4.201	-8.999
<i>P</i>		<0.001	<0.001

2.2 SIRS 组与非 SIRS 组基线资料比较 在 FURL 术后, 145 例患者中 32 例发生 SIRS (SIRS 组), 113 例未发生 SIRS (非 SIRS 组), SIRS 发生率为 22.07%。SIRS 组与非 SIRS 组性别、年龄、BMI、有高血压史比例、有糖尿病史比例、结石数量及结石最大径比较, 差异均无统计学意义 ($P > 0.05$); 与非 SIRS 组患者相比, SIRS 组患者手术时间延长, 术前中段尿细菌培养为阳性的患者比例增多, 差异均有统计学意义 ($P < 0.05$)。见表 2。

表 2 SIRS 组与非 SIRS 组患者基线资料比较 [$\bar{x} \pm s$ 或 *n* (%)]

组别	<i>n</i>	年龄 (岁)	性别		BMI (kg/m ²)	有高血压史	有糖尿病史
			男	女			
非 SIRS 组	113	48.16 ± 8.26	74 (65.49)	39 (34.51)	22.89 ± 3.21	26 (23.01)	17 (15.04)
SIRS 组	32	49.57 ± 8.40	15 (46.88)	17 (53.12)	23.25 ± 3.29	12 (37.50)	9 (28.13)
<i>t</i> / χ^2		0.849	3.644		-0.557	2.708	2.900
<i>P</i>		0.397	0.056		0.578	0.100	0.089

组别	<i>n</i>	手术时间 (min)	结石数量 (枚)	结石最大径 (cm)	术前中段尿细菌培养	
					阴性	阳性
非 SIRS 组	113	65.30 ± 10.48	1.27 ± 0.26	2.59 ± 0.30	76 (67.26)	37 (32.74)
SIRS 组	32	72.05 ± 12.91	1.33 ± 0.28	2.71 ± 0.38	12 (37.50)	20 (62.50)
<i>t</i> / χ^2		-3.050	-1.133	-1.878	9.256	
<i>P</i>		0.003	0.259	0.062	0.002	

2.3 SIRS 组与非 SIRS 组患者血清 Flt3L、Tim-4 水平比较 SIRS 组血清 Flt3L、Tim-4 水平明显高于非 SIRS 组 ($P < 0.05$)。见表 3。

2.4 多因素 Logistic 回归分析泌尿系统结石患者 FURL 术后发生 SIRS 的影响因素 以泌尿系统结石患者 FURL 术后是否发生 SIRS (否 = 0, 是 = 1) 为因变量, 手术时间 (原值输入)、术前中段尿细菌培养 (阴性 = 0, 阳性 = 1)、血清 Flt3L (原值输入)、血清 Tim-4

(原值输入) 为自变量, 进行多因素 Logistic 回归分析。结果显示, 手术时间延长、术前中段尿细菌培养阳性及血清 Flt3L、Tim-4 水平升高均是泌尿系统结石患者 FURL 术后发生 SIRS 的危险因素 ($P < 0.05$)。为评估血清 Flt3L、Tim-4 单独成模的预测效能 (用于后续 ROC 曲线分析), 另行拟合仅含血清 Flt3L、Tim-4 的简化模型, 结果显示, 血清 Flt3L、Tim-4 与患者 FURL 术后发生 SIRS 相关 ($P < 0.05$)。见表 4。

表 3 SIRS 组与非 SIRS 组患者血清 Flt3L、Tim-4 水平比较 ($\bar{x} \pm s$, pg/mL)

组别	n	Flt3L	Tim-4
非 SIRS 组	113	124.56 ± 23.19	48.70 ± 5.92
SIRS 组	32	160.13 ± 37.75	59.53 ± 9.51
t		-6.574	-7.884
P		<0.001	<0.001

2.5 血清 Flt3L、Tim-4 对泌尿系统结石患者 FURL 术后发生 SIRS 的预测效能 基于前面 Logistic 回归分析结果构建血清 Flt3L、Tim-4 联合评估泌尿系统

结石患者 FURL 术后发生 SIRS 的预测模型: $Logit(P) = -8.006 + 0.497X_{Flt3L} + 0.504X_{Tim-4}$ 。以泌尿系统结石患者 FURL 术后是否发生 SIRS (否 = 0, 是 = 1) 为状态变量, 血清 Flt3L、Tim-4 单独及联合预测模型为检验变量, 绘制 ROC 曲线。结果显示, 血清 Flt3L、Tim-4 单独及联合预测泌尿系统结石患者 FURL 术后发生 SIRS 的 AUC 分别为 0.837、0.842、0.936, 2 项联合预测的 AUC 大于血清 Flt3L ($Z = 2.079, P = 0.038$)、Tim-4 ($Z = 2.006, P = 0.045$) 单独预测。见表 5 和图 1。

表 4 多因素 Logistic 回归分析泌尿系统结石患者 FURL 术后发生 SIRS 的影响因素

因素	β	SE	Wald χ^2	P	OR	OR 的 95%CI
模型 1						
手术时间	0.595	0.227	6.870	0.009	1.813	1.162~2.829
术前中段尿细菌培养	0.936	0.301	9.664	0.002	2.550	1.413~4.958
Flt3L	0.669	0.210	10.160	0.001	1.952	1.294~2.948
Tim-4	0.755	0.203	13.822	<0.001	2.128	1.429~3.166
常数项	-13.092	1.942	45.441	<0.001	-	-
模型 2						
Flt3L	0.497	0.189	6.919	0.009	1.644	1.135~2.381
Tim-4	0.504	0.152	11.012	<0.001	1.656	1.229~2.231
常数项	-8.006	1.284	38.905	<0.001	-	-

注: 模型 1 是全模型; 模型 2 是拟合仅含血清 Flt3L、Tim-4 的简化模型, 用于后续的 ROC 曲线分析; - 表示无数据。

表 5 血清 Flt3L、Tim-4 单独及联合对泌尿系统结石患者 FURL 术后发生 SIRS 的预测效能

指标	AUC	最佳截断值	95%CI	P	灵敏度(%)	特异度(%)	约登指数
Flt3L	0.837	141.56 pg/mL	0.767~0.893	<0.001	87.50	77.88	0.654
Tim-4	0.842	54.74 pg/mL	0.772~0.897	<0.001	90.62	84.07	0.747
2 项联合	0.936	-	0.883~0.970	<0.001	84.37	94.69	0.791

注: 2 项联合取 Logistic 回归模型的预测概率值; - 表示无数据。

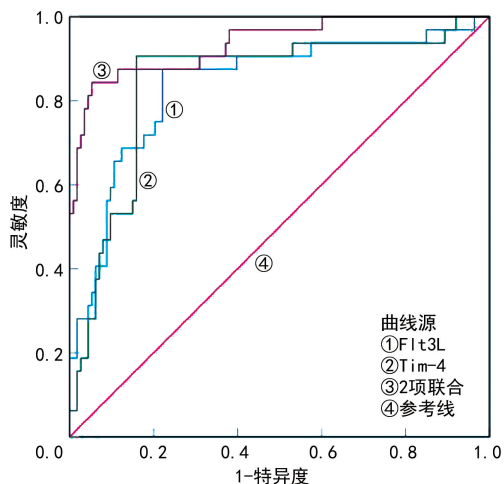


图 1 血清 Flt3L、Tim-4 单独及联合预测泌尿系统结石患者 FURL 术后发生 SIRS 的 ROC 曲线

3 讨论

泌尿系统结石是我国泌尿外科常见疾病之一, 病情严重者可能会发生结石梗阻, 严重影响患者身心健康^[11]。部分患者因药物保守治疗无明显效果, 通常需要接受手术治疗。FURL 因对患者机体损伤较小以及结石排净率较高, 在泌尿系统结石的治疗中被广泛应用, 但部分患者术后仍会出现并发症^[12]。SIRS 是患者 FURL 术后常见的并发症之一, 未及时诊治可能会进展为脓毒症^[3], 严重危及患者的生命。

Flt3L 是一种造血干细胞因子, 主要由活化的 T 淋巴细胞及骨髓基质细胞等产生并分泌, 其可通过影响造血干细胞的增殖和分化, 进而调节机体免疫功能^[13]。有研究显示, 当机体遭遇创伤等应激刺激或免疫平衡稳态被破坏时, Flt3L 与其特异性结合受体的

水平会发生明显变化,以维持机体的免疫系统平衡^[14]。有研究报道,骨折手术后发生手术部位感染的患者血清 Flt3L 水平明显高于未发生感染的患者^[15-16],说明 Flt3L 可能作为判断患者术后感染情况的有效生物学指标。本研究中,FURL 术后发生 SIRS 的患者血清 Flt3L 水平明显高于未发生 SIRS 患者,与上述结果类似。推测 FURL 所致尿路黏膜损伤、结石内毒素释放及可能的菌群移位等因素,可协同激活炎症反应,进而导致 Flt3L 水平升高。升高的 Flt3L 与 Flt3 结合后,可能激活丝裂原活化蛋白激酶(MAPK)和磷脂酰肌醇-3-激酶/蛋白激酶 B(PI3K/Akt)信号通路,促进 DCs、单核细胞等髓系免疫细胞的增殖、分化和存活,这些被大量激活的免疫细胞迁移到炎症部位,释放过量炎症因子,放大炎症级联反应,导致术后更易引发 SIRS^[17-18]。此外,本研究 ROC 曲线分析结果显示,血清 Flt3L 预测泌尿系统结石患者 FURL 术后发生 SIRS 的 AUC 为 0.837,灵敏度为 87.50%,特异度为 77.88%,说明其可能是预测泌尿系统结石患者 FURL 术后发生 SIRS 的潜在指标。但血清 Flt3L 水平特异度较低,可能具有一定的局限性。

Tim-4 是一种能够调控 T 细胞、巨噬细胞等相关免疫细胞表达,参与机体免疫反应的调节因子^[19]。JEONG 等^[20]研究结果显示, Tim-4 可通过与 Tim-1 结合,影响初始 CD4⁺T 细胞向 Th1 及 Th2 亚群分化的过程,导致机体出现免疫失衡^[21]。本研究中, FURL 术后发生 SIRS 的患者血清 Tim-4 水平明显升高,与 KHANNA 等^[7]研究结果类似,在术后应激发下, Tim-4 的表达或功能可能发生紊乱,促使巨噬细胞无法有效清除在炎症反应中大量死亡的细胞,进而发生继发性坏死,从而持续激活免疫细胞释放更多的炎症因子。此外, Tim-4 可能通过与病原体表面的磷脂酰丝氨酸结合,促进病原体的吞噬和传播,从而加剧炎症反应;并促进活化的 CD4⁺T 细胞分化和增殖,从而影响免疫反应的强度^[22-23]。本研究 ROC 曲线分析结果显示, Tim-4 预测泌尿系统结石患者 FURL 术后发生 SIRS 的 AUC 为 0.842,提示血清 Tim-4 水平可能作为预测泌尿系统结石患者 FURL 术后发生 SIRS 的有效指标。同时本研究发现,血清 Flt3L 联合 Tim-4 预测泌尿系统结石患者 FURL 术后发生 SIRS 的 AUC 为 0.936,特异度为 94.69%,均高于各指标单独预测。在临床实践中, CRP、PCT 和白细胞介素(IL)-6 等经典炎症指标已被广泛用于评估术后感染与炎症状态,并具有良好的可靠性,但其特异度较低^[24-26]。与这些经典指标相比, Flt3L 和 Tim-4 可能具备一些独特优势,他们并非普通的炎症效应蛋白,而是直接参与固有免疫调节的关键分子。Flt3L 通过

促进 DCs 分化和激活,连接固有免疫与适应性免疫^[27]; Tim-4 则通过介导巨噬细胞对凋亡细胞的吞噬在炎症消退中扮演关键角色,其表达失调可能预示着免疫内稳态失衡和持续炎症状态^[7]。检测 Flt3L 和 Tim-4 不仅能反映炎症的强度,更可能揭示患者免疫调节功能的状态,为理解泌尿系统结石患者 FURL 术后发生 SIRS 的免疫机制提供新视角。因此,临床医护人员可结合泌尿系统结石患者 FURL 术前血清 Flt3L、Tim-4 水平,对患者术后是否发生 SIRS 进行专业评估,合理制订科学的治疗方案,避免发生 SIRS 等不良结局。

本研究多因素 Logistic 回归分析结果显示,除血清 Flt3L、Tim-4 水平升高外,手术时间延长及术前中段尿细菌培养阳性同样是患者 FURL 术后发生 SIRS 的危险因素。究其原因:(1)手术时间延长可能增加输尿管软镜对患者尿路上皮的损伤,术中结石碎屑及内毒素经受损尿路上皮吸收入血,诱发全身炎症反应及感染性并发症^[28]。因此需在术前应准确确认结石直径大小及所处位置,尽量缩短手术时间。(2)术前中段尿细菌培养阳性患者 FURL 术后 SIRS 发生率显著升高,推测与结石作为慢性感染灶伴有持续菌落负荷、术中操作易致细菌/内毒素经尿路上皮易位入血、诱发全身炎症反应有关^[29]。这提示术前应常规行中段尿培养,阳性者需根据药敏结果给予针对性抗感染治疗(围术期预防性或术后治疗性使用抗菌药物),以控制感染源并降低 SIRS 风险。有研究指出,接受 FURL 治疗的患者术后 SIRS 的发生率约为 19.7%^[30]。而本研究中,145 例接受 FURL 治疗的泌尿系统结石患者在 FURL 术后共 32 例发生 SIRS, SIRS 发生率为 22.07%,高于现有报道,可能与病例的选择差异和样本量较小有关。

本研究的创新之处在于探讨了 Flt3L 和 Tim-4 对泌尿系统结石患者 FURL 术后发生 SIRS 的预测价值,并从免疫调节机制角度揭示了其病理生理学意义,为术后 SIRS 的早期预警提供了新思路。但本研究为单中心、观察性研究,样本量较小,可能导致结果存在偏倚,后续将扩大样本量、优化样本分布、结合其他生物标志物,进一步探讨基于 Flt3L 和 Tim-4 水平进行术后干预的效果。此外,本研究未能动态监测 Flt3L 和 Tim-4 的术后变化轨迹,亦未与经典指标进行比较,未来拟构建包含上述新型标志物与传统指标的联合预测模型,并进行外部验证,以进一步推动其临床转化。

综上所述,泌尿系统结石患者 FURL 术后发生 SIRS 者血清 Flt3L、Tim-4 水平明显升高,2 项指标对泌尿系统结石患者 FURL 术后发生 SIRS 均有一定的预测价值,且 2 项联合预测效能更高。因此在临床

上监测血清 Flt3L 及 Tim-4 水平,对科学制订治疗方案、指导药物使用有一定的应用价值,对于改善泌尿系统结石患者 FURL 术后结局有积极意义。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突。

作者贡献 李辰:研究设计与实施、论文初稿撰写;王浩:数据收集、统计分析;郭岩松:文献调研、图表制作;范顺成:数据分析与解释、论文修改。

参考文献

[1] MESSA P, CASTELLANO G, VETTDRETTI S, et al. Vitamin D and calcium supplementation and urolithiasis: a controversial and multifaceted relationship[J]. *Nutrients*, 2023, 15(7):1724.

[2] YE J J, HU X D, WANG Z W, et al. The role of mtDAMPs in the trauma-induced systemic inflammatory response syndrome[J]. *Front Immunol*, 2023, 14:1164187.

[3] LIU C, YAO Z J, LIU P F, et al. Early prediction of MODS interventions in the intensive care unit using machine learning[J]. *J Big Data*, 2023, 10(1):55.

[4] 韩小虎,李翠玲,李儒正,等.感染性心内膜炎病人血清 sCD14-ST、Flt3L 水平变化及其与预后的关系[J]. *中西医结合心脑血管病杂志*, 2025, 23(2):270-273.

[5] BARTCZAK A, SIMS D, ZERROUKI K, et al. FLT3L neutralization reduces dendritic cell numbers, T cell activation, and salivary gland lymphocyte infiltration in the NOD. H2h4 Sjögren's mouse model[J]. *J Immunol*, 2025, 214(10):2557-2563.

[6] LIU W, BAI F X, WANG H X, et al. Tim-4 inhibits NLRP3 inflammasome via the LKB1/AMPK α pathway in macrophages[J]. *J Immunol*, 2019, 203(4):990-1000.

[7] KHANNA K, EUL E, YAN H, et al. Delayed macrophage targeting by clodronate liposomes worsens the progression of cytokine storm syndrome[J]. *Front Immunol*, 2024, 15:1477449.

[8] 那彦群,叶章群,孙光.中国泌尿外科疾病诊断治疗指南[M].北京:人民卫生出版社,2011:246-247.

[9] 尿路感染诊断与治疗中国专家共识编写组.尿路感染诊断与治疗中国专家共识(2015版):尿路感染抗菌药物选择策略及特殊类型尿路感染的治疗建议[J]. *中华泌尿外科杂志*, 2015, 36(4):245-248.

[10] 俞森洋. SIRS、sepsis、严重 sepsis 和 MODS 的诊断标准[J]. *临床肺科杂志*, 2009, 14(1):1-2.

[11] LUO X M, LI Y Y, QI X M, et al. Risk factors and etiological characteristics of urinary tract infection in hospitalized continuous ambulatory peritoneal dialysis patients[J]. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*, 2023, 27(9):3837-3845.

[12] 裴志圣,杨云波,刘桂迁,等.输尿管软镜钦激光碎石术和经皮肾镜碎石术对上尿路结石患者肾功能及炎症因子的影响[J]. *中华保健医学杂志*, 2022, 24(3):189-191.

[13] MEDINA K L. Flt3 signaling in B lymphocyte development and humoral immunity[J]. *Int J Mol Sci*, 2022, 23(13):7289.

[14] ZHOU C Z, WANG R F, CHENG D L, et al. FLT3/FLT3L-mediated CD103⁺ dendritic cells alleviates hepatic ischemia-reperfusion injury in mice via activation of treg cells[J]. *Biomed Pharmacother*, 2019, 118:109031.

[15] 陈瑜,陶石,胡敏,等.血清 Flt3L 和 Gas6 水平对非霍奇金淋巴瘤患者利妥昔单抗化疗后肺部感染预测价值分析[J]. *分子诊断与治疗杂志*, 2022, 14(4):652-655.

[16] 张志韧,杨东辉,刘珂,等.骨折患者术后感染影响因素及血清 Flt3L 和 Gas6 诊断效果[J]. *中华医院感染学杂志*, 2022, 32(12):1803-1807.

[17] WILSON K R, VILLADANGOS J A, MINTERN J D. Dendritic cell Flt3-regulation, roles and repercussions for immunotherapy[J]. *Immunol Cell Biol*, 2021, 99(9):962-971.

[18] CARLSON K N, VERHAGEN J C, JENNINGS S H, et al. Single-cell RNA sequencing distinguishes dendritic cell subsets in the rat, allowing advanced characterization of the effects of FMS-like tyrosine kinase 3 ligand[J]. *Scand J Immunol*, 2022, 96(1):e13159.

[19] CHOW A, SCHAD S, GREEN M D, et al. Tim-4⁺ cavity-resident macrophages impair anti-tumor CD8⁺ T cell immunity[J]. *Cancer Cell*, 2021, 39(7):973-988. e9.

[20] JEONG J, LEE H K. The role of CD4⁺ T cells and microbiota in the pathogenesis of asthma[J]. *Int J Mol Sci*, 2021, 22(21):11822.

[21] 陶劲,何益平,赵常春,等. Tim-4 对 kupffer 细胞分泌 Th1/Th2 类细胞因子及抗原呈递功能的影响[J]. *中国老年学杂志*, 2022, 42(18):4553-4558. (下转第 1333 页)

· 论 著 · DOI:10.3969/j.issn.1672-9455.2026.10.005

针康法结合低频电刺激治疗对脑卒中后足下垂患者下肢功能康复的影响*

马晓东¹,袁洪超²,李欣蔚²

1. 黑龙江中医药大学附属第二医院康复医学一科,黑龙江哈尔滨 150001;2. 黑龙江中医药大学附属第二医院海南分院疼痛康复一科,黑龙江哈尔滨 150066

摘要:目的 探讨针康法结合低频电刺激治疗对脑卒中后足下垂患者下肢功能康复的影响。方法 选择 2021 年 6 月至 2024 年 6 月黑龙江中医药大学附属第二医院收治的 99 例脑卒中后足下垂患者作为研究对象,按照随机数字表法将患者分为联合组、低频电刺激组、针康法组,每组 33 例。所有患者均接受常规药物治疗,低频电刺激组在常规药物治疗的基础上接受低频电刺激治疗,针康法组在常规药物治疗的基础上接受针康法治疗,联合组在常规药物治疗基础上同时接受低频电刺激治疗及针康法治疗。3 组均持续治疗 4 周。比较 3 组治疗后足下垂改善情况;比较治疗前、治疗后 3 组肌张力[采用改良 Ashworth 痉挛量表(MAS)评价]、下肢运动功能[采用简化 Fugl-Meyer 运动功能评定量表(FMA)评估]、踝关节活动度(ROM,采用量角器测量)、步态稳定性(步频、步幅、患侧摆动相、患侧支持相)、步行能力[采用功能性步行量表(FAC)评估]、痉挛程度[采用临床痉挛指数(CSI)评估]、平衡功能[采用 Berg 平衡量表(BBS)评估],以及治疗期间不良反应发生情况。**结果** 治疗后,联合组、低频电刺激组、针康法组足下垂改善的优良率分别为 96.97%、78.79%、75.76%,联合组足下垂改善的优良率高于低频电刺激组、针康法组($P < 0.05$),而低频电刺激组、针康法组间足下垂改善的优良率比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。治疗后联合组 MAS 分级低于低频电刺激组、针康法组,FMA 评分、ROM 高于低频电刺激组、针康法组,差异均有统计学意义($P < 0.05$);治疗后低频电刺激组、针康法组 MAS 分级、FMA 评分、ROM 比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$)。与低频电刺激组、针康法组相比,治疗后联合组的步频加快、步幅增大、患侧摆动相延长、患侧支持相缩短,差异均有统计学意义($P < 0.05$);治疗后低频电刺激组与针康法组的步频、步幅、患侧摆动相、患侧支持相比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$)。治疗后联合组 CSI 评分低于低频电刺激组、针康法组,FAC、BBS 评分高于低频电刺激组、针康法组,差异均有统计学意义($P < 0.05$);治疗后低频电刺激组、针康法组 CSI、FAC、BBS 评分比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$)。治疗期间,联合组、低频电刺激组、针康法组不良反应总发生率分别为 12.12%、9.09%、6.06%,3 组比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。**结论** 针康法结合低频电刺激治疗可有效提高脑卒中后足下垂患者踝关节活动范围、步态稳定性,改善下肢运动功能,降低肌张力水平,减少踝关节痉挛,调节平衡功能,促进步行功能恢复,疗效显著。

关键词:脑卒中; 足下垂; 针康法; 低频电刺激; 运动功能; 肌张力

中图分类号:R743.3;R493

文献标志码:A

文章编号:1672-9455(2026)10-1326-08

Effect of acupuncture-rehabilitation therapy combined with low-frequency electrical stimulation treatment on lower limb functional rehabilitation in patients with post-stroke foot drop*MA Xiaodong¹,YUAN Hongchao²,LI Xinwei²

1. First Department of Rehabilitation Medicine, Second Affiliated Hospital of Heilongjiang University of Traditional Chinese Medicine, Harbin, Heilongjiang 150001, China; 2. First Department of Pain Rehabilitation, Hanan Branch Hospital, Second Affiliated Hospital of Heilongjiang University of Traditional Chinese Medicine, Harbin, Heilongjiang 150066, China

Abstract: Objective To explore the effect of acupuncture rehabilitation therapy combined with low-frequency electrical stimulation treatment on the lower limb functional rehabilitation in the patients with post-stroke foot drop. **Methods** A total of 99 patients with post-stroke foot drop admitted and treated in the Second Affiliated Hospital of Heilongjiang University of Traditional Chinese Medicine from June 2021 to June 2024 were selected as the research subjects. The patients were divided into the combined group, low-frequency

* 基金项目:黑龙江省中医药科研项目(ZHY2022-187)。

作者简介:马晓东,男,主治医师,主要从事神经系统疾病康复治疗方向的研究。

引用格式:马晓东,袁洪超,李欣蔚.针康法结合低频电刺激治疗对脑卒中后足下垂患者下肢功能康复的影响[J].检验医学与临床,2026,23(10):1326-1333.