

【DOI】 10.3969/j.issn.1671-6450.2025.02.007

论著·临床

# 血清 ILs、IFN- $\gamma$ 、TNF- $\alpha$ 与老年脑梗死患者梗死面积及神经功能的关系研究

戴文, 张成刚, 周义锋, 刘涛, 杨正



基金项目: 2020 年度安徽省自然科学基金项目(2008085MH241)

作者单位: 239059 安徽省滁州市第一人民医院神经内科

通信作者: 张成刚, E-mail: 15856661265@163.com

**【摘要】** 目的 探究血清白介素(ILs)、干扰素 $\gamma$ (IFN- $\gamma$ )、肿瘤坏死因子 $\alpha$ (TNF- $\alpha$ )与老年脑梗死(CI)患者梗死面积及神经功能的关系。方法 回顾性选取2019年1月—2024年12月滁州市第一人民医院神经内科收治的老年CI患者106例为CI组,根据神经功能损伤程度将患者分为轻中度亚组76例和重度亚组30例。另选取同期医院健康体检老年人50例为健康对照组。采用酶联免疫吸附试验(ELISA)测定血清ILs(IL-2、IL-4、IL-6、IL-10)、IFN- $\gamma$ 、TNF- $\alpha$ 水平;磁共振成像(MR)评估梗死面积;Pearson相关性分析血清ILs、IFN- $\gamma$ 、TNF- $\alpha$ 水平与梗死面积、神经功能(Barthel指数、mRS评分)的相关性;受试者工作特征(ROC)曲线评价血清ILs、IFN- $\gamma$ 、TNF- $\alpha$ 水平对老年CI患者预后不良的预测价值。结果 CI组血清IL-2、IL-4、IL-6、IL-10、IFN- $\gamma$ 、TNF- $\alpha$ 水平均高于健康对照组( $t = 9.795, 9.709, 10.756, 10.660, 9.784, 9.726, P$ 均 $< 0.001$ );预后不良亚组老年CI患者血清IL-2、IL-4、IL-6、IL-10、IFN- $\gamma$ 、TNF- $\alpha$ 水平及梗死面积、mRS评分均高于预后良好亚组,Barthel指数得分低于预后良好亚组( $t = 8.121, 9.004, 9.468, 8.552, 7.665, 8.220, 8.404, 9.874, 9.343, P$ 均 $< 0.001$ );Pearson相关性分析显示,血清IL-2、IL-4、IL-6、IL-10、IFN- $\gamma$ 、TNF- $\alpha$ 水平与梗死面积、mRS评分呈正相关(梗死面积: $r = 0.523, 0.467, 0.572, 0.498, 0.534, 0.589, P$ 均 $< 0.001$ ;mRS评分: $r = 0.475, 0.423, 0.518, 0.455, 0.491, 0.541, P$ 均 $< 0.001$ ),与Barthel指数呈负相关( $r = -0.489, -0.439, -0.534, -0.471, -0.507, -0.562, P$ 均 $< 0.001$ );血清IL-2、IL-4、IL-6、IL-10、IFN- $\gamma$ 、TNF- $\alpha$ 水平及六者联合预测老年CI患者预后不良的AUC分别为0.963、0.934、0.908、0.921、0.862、0.885、0.999,六者联合的AUC大于各指标单独预测的AUC( $Z = 27.481, 19.355, 13.150, 16.461, 10.289, 10.674, P$ 均 $< 0.001$ )。结论 老年CI患者的血清IL-2、IL-4、IL-6、IL-10、IFN- $\gamma$ 、TNF- $\alpha$ 水平升高,且与梗死面积、神经功能密切相关,炎性因子水平越高,梗死面积越大,神经功能损伤越严重。

**【关键词】** 脑梗死;白介素;干扰素 $\gamma$ ;肿瘤坏死因子 $\alpha$ ;神经功能;梗死面积;老年人**【中图分类号】** R743.33**【文献标识码】** A

**Relationship between serum ILs, IFN- $\gamma$  and TNF- $\alpha$  and cerebral infarction area and neurological function in elderly patients with cerebral infarction** Dai Wen, Zhang Chenggang, Zhou Yifeng, Liu Tao, Yang Zheng. Department of Neurology, The First People's Hospital of Chuzhou, Anhui, Chuzhou 239059, China

Funding program: Natural Science Foundation Project of Anhui Province in 2020 (2008085MH241)

Corresponding author: Zhang Chenggang, E-mail: 15856661265@163.com

**【Abstract】 Objective** To investigate the relationship of serum interleukins (ILs), interferon  $\gamma$ (IFN- $\gamma$ ) and tumor necrosis factor  $\alpha$ (TNF- $\alpha$ ) with infarction area and neurological function in elderly patients with cerebral infarction (CI). **Methods** One hundred and six elderly patients with CI (CI group) in Department of Neurology of the First People's Hospital of Chuzhou were selected from January 2019 to December 2024, and they were divided into mild-to-moderate subgroup (76 cases) and severe subgroup (30 cases) according to the degree of neurological impairment. Another 50 healthy elderly people with physical examination during the same period were included in the healthy control group. The levels of serum ILs (IL-2, IL-4, IL-6, IL-10), IFN- $\gamma$  and TNF- $\alpha$  were measured by enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA), and the infarction area was evaluated by magnetic resonance imaging (MR). Pearson correlation analysis was performed to analyze the correlation between serum ILs, IFN- $\gamma$  and TNF- $\alpha$  levels and infarction area and neurological function in CI patients. Receiver operating characteristic (ROC) curve was applied to assess the predictive value of serum ILs, IFN- $\gamma$  and TNF- $\alpha$  levels on poor

prognosis in elderly CI patients. **Results** The levels of serum IL-2, IL-4, IL-6, IL-10, IFN- $\gamma$  and TNF- $\alpha$  in the CI group were higher than those in the healthy control group ( $t = 9.795, 9.709, 10.756, 10.660, 9.784, 9.726, P < 0.001$ ). Serum IL-2, IL-4, IL-6, IL-10, IFN- $\gamma$ , TNF- $\alpha$ , infarction area and mRS score in the poor prognosis subgroup were higher than those in the good prognosis subgroup while the Barthel index score was lower than that in the good prognosis subgroup ( $t = 8.121, 9.004, 9.468, 8.552, 7.665, 8.220, 8.404, 9.874, 9.343, \text{all } P < 0.001$ ). Pearson correlation analysis suggested that serum levels of IL-2, IL-4, IL-6, IL-10, IFN- $\gamma$  and TNF- $\alpha$  were positively correlated with infarction area ( $r = 0.523, 0.467, 0.572, 0.498, 0.534, 0.589, \text{all } P < 0.001$ ) and mRS score ( $r = 0.475, 0.423, 0.518, 0.455, 0.491, 0.541, \text{all } P < 0.001$ ), and were negatively correlated with Barthel index ( $r = -0.489, -0.439, -0.534, -0.471, -0.507, -0.562, \text{all } P < 0.001$ ). The AUCs of serum IL-2, IL-4, IL-6, IL-10, IFN- $\gamma$ , TNF- $\alpha$  and combination of six factors in predicting poor prognosis in elderly patients with CI were 0.963, 0.934, 0.908, 0.921, 0.862, 0.885, 0.999 respectively. The AUC of the combination of six factors was greater than that of serum IL-2, IL-4, IL-6, IL-10, IFN- $\gamma$  or TNF- $\alpha$  alone ( $Z = 27.481, 19.355, 13.150, 16.461, 10.289, 10.674, \text{all } P < 0.001$ ). **Conclusion** Serum IL-2, IL-4, IL-6, IL-10, IFN- $\gamma$  and TNF- $\alpha$  are closely related to infarction area and neurological function in elderly CI patients. The higher the levels of inflammatory factors, the larger the infarction area, and the more serious the neurological impairment.

**【Key words】** Cerebral infarction; Interleukins; Interferon  $\gamma$ ; Tumor necrosis factor  $\alpha$ ; Neurological function; Infarction area; Elderly

老年脑梗死(cerebral infarction, CI)是由于脑血管阻塞导致脑组织缺血缺氧,继而引发局部脑组织坏死的一种急性脑血管疾病<sup>[1]</sup>。随着我国人口老龄化的加剧,CI的发病率呈上升趋势,已成为严重威胁老年人健康的重要公共卫生问题<sup>[2]</sup>。尽管现有治疗手段在一定程度上能够减轻CI的危害,但由于其复杂的病理生理机制,患者的预后仍不理想。因此,寻找新的预测指标和治疗靶点,以改善CI患者的预后具有重要的临床意义。近年来研究发现,炎症反应在CI的发生发展过程中起着至关重要的作用<sup>[3]</sup>。CI发生后,体内会产生大量的炎症因子,这些因子不仅参与了脑组织的损伤过程,还与患者的预后密切相关。常见的炎症因子包括白介素(interleukins, ILs)、干扰素 $\gamma$ (interferon-gamma, IFN- $\gamma$ )、肿瘤坏死因子 $\alpha$ (tumor necrosis factor-alpha, TNF- $\alpha$ )等<sup>[4]</sup>。ILs是一类重要的细胞因子,参与机体的免疫和炎症反应;IFN- $\gamma$ 是一种重要的免疫调节因子,能够激活巨噬细胞和促进炎症反应,其水平的升高与脑梗死患者的神经功能损伤有关;TNF- $\alpha$ 是一种多功能的细胞因子,具有强烈的促炎作用<sup>[5-6]</sup>。因此,本研究旨在探讨血清ILs、IFN- $\gamma$ 、TNF- $\alpha$ 水平与老年CI患者梗死面积及神经功能的关系,为CI的临床诊治提供新的思路和方法,报道如下。

## 1 资料与方法

1.1 临床资料 回顾性选取2019年1月—2024年12月滁州市第一人民医院神经内科收治的老年CI患者106例为CI组,男65例,女41例,年龄60~85(68.42 $\pm$ 7.24)岁;病程1~72(24.5 $\pm$ 15.6)h。另选取同期医院健康体检老年人50例为健康对照组,男30例,女20例,年龄60~82(66.91 $\pm$ 6.83)岁。2组性

别、年龄比较差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),具有可比性。本研究已经获得医院伦理委员会批准(2024LS-32),受试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经颅脑磁共振成像(MR)或脑血管造影确诊为首次发生的CI;②年龄 $\geq 60$ 岁;③无严重心脑血管疾病史;④入院前3个月内未接受过炎症反应或免疫功能治疗。(2)排除标准:①合并急性或慢性感染;②存在严重的肝肾功能不全或其他系统性疾病;③既往有CI或其他神经系统疾病史;④有明显的精神疾病或认知障碍;⑤入院前病情已达危重状态。

## 1.3 观测指标与方法

1.3.1 血清ILs、IFN- $\gamma$ 、TNF- $\alpha$ 水平检测:于患者入院24h内及健康对照组体检当日采集肘静脉血5ml,经3000 r/min离心20min,收集上层血清待检。采用酶联免疫吸附试验(ELISA)检测血清ILs(IL-2、IL-4、IL-6、IL-10)、IFN- $\gamma$ 、TNF- $\alpha$ 水平。ELISA试剂盒购自武汉博欧特生物科技有限公司(批号:orb564979),检测方法严格按照试剂盒说明书进行操作。使用酶标仪(Thermo Fisher Scientific,货号:51119000)检测,并通过双波长(450 nm、570 nm)读取结果。

1.3.2 MR评估梗死面积:患者入院24h内接受颅脑MR检查,采用3.0T MR扫描仪,进行常规横断面T1加权成像(T<sub>1</sub>WI)、T2加权成像(T<sub>2</sub>WI)和扩散加权成像(DWI)。由2位经验丰富的放射科医师独立阅片,若有分歧则由第3位医师仲裁。CI的定义为DWI图像上出现急性高信号变化,结合临床症状(如突发的神经功能缺失)和影像学特征(如血管闭塞)进行诊

断。 <15 cm<sup>2</sup> 为小面积梗死, 15 ~ 50 cm<sup>2</sup> 为中等面积梗死, >50 cm<sup>2</sup> 为大面积梗死。

1.3.3 神经功能评估: 患者神经功能恢复情况采用 Barthel 指数<sup>[7]</sup>和改良 Rankin 量表 (mRS) 评分<sup>[8]</sup>进行评估。 Barthel 指数评估患者日常生活活动能力, 包括进食、洗澡、个人卫生、穿衣、如厕、床椅转移、行走、上下楼梯等 10 项活动, 每项得分 0 ~ 15 分, 总分 100 分, 得分越高, 患者功能恢复越好; mRS 评分评估患者神经功能恢复情况, 总分 6 分, 得分越低, 患者的功能状态及恢复情况越好。

1.3.4 预后情况: 预后不良定义为患者出现病情加重、再发卒中、严重并发症或死亡, 预后良好则为病情稳定或改善, 无上述不良事件发生。 并将其分为预后良好亚组 (n = 70) 和预后不良亚组 (n = 36)。

1.4 统计学方法 采用 SPSS 25.0 软件进行统计学分析。 计数资料以频数或率 (%) 表示, 组间比较采用  $\chi^2$  检验; 正态分布的计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示, 组间比较采用两独立样本 *t* 检验; Pearson 相关性分析血清 ILs、IFN- $\gamma$ 、TNF- $\alpha$  水平与 CI 患者梗死面积、神经功能的相关性; 受试者工作特征 (ROC) 曲线评价血清 ILs、IFN- $\gamma$ 、TNF- $\alpha$  水平对老年 CI 患者预后不良的预测价值。 采用 Delong 检验比较血清 ILs、IFN- $\gamma$ 、TNF- $\alpha$  水平单独与联合预测的曲线下面积 (AUC)。 *P* < 0.05 为差异有统计学意义。

## 2 结果

2.1 2 组血清炎性因子水平比较 CI 组血清 IL-2、IL-4、IL-6、IL-10、IFN- $\gamma$ 、TNF- $\alpha$  水平均高于健康对照组 (*P* < 0.01), 见表 1。

2.2 不同预后老年 CI 患者血清炎性因子水平、梗死面积、神经功能比较 预后不良亚组老年 CI 患者血清 IL-2、IL-4、IL-6、IL-10、IFN- $\gamma$ 、TNF- $\alpha$  水平及梗死面积、mRS 评分均高于预后良好亚组, Barthel 指数得分低于预后良好亚组 (*P* < 0.01), 见表 2。

2.3 血清炎性因子水平与梗死面积、神经功能的相关性 Pearson 相关性分析显示, 血清 IL-2、IL-4、IL-6、IL-10、IFN- $\gamma$ 、TNF- $\alpha$  水平分别与梗死面积、mRS 评分呈正

相关, 与 Barthel 指数呈负相关 (*P* < 0.01), 见表 3。

2.4 血清炎性因子水平对老年 CI 患者预后不良的预测价值 绘制血清 IL-2、IL-4、IL-6、IL-10、IFN- $\gamma$ 、TNF- $\alpha$  水平单独与联合预测老年 CI 患者预后不良的 ROC 曲线, 并计算 AUC, 结果显示: 血清 IL-2、IL-4、IL-6、IL-10、IFN- $\gamma$ 、TNF- $\alpha$  水平及六者联合预测老年 CI 患者预后不良的 AUC 分别为 0.963、0.934、0.908、0.921、0.862、0.885, 六者联合的 AUC 大于血清 IL-2、IL-4、IL-6、IL-10、IFN- $\gamma$ 、TNF- $\alpha$  水平单独预测的 AUC (*Z* = 27.481、19.355、13.150、16.461、10.289、10.674, *P* 均 < 0.001), 见表 4、图 1。

表 2 预后良好亚组与预后不良亚组老年 CI 患者炎性因子水平、梗死面积、神经功能比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

Tab. 2 Comparison of inflammatory factor levels, infarction area, and neurological function between good prognosis subgroup and poor prognosis subgroup of elderly CI patients

项 目	预后良好亚组 (n = 70)	预后不良亚组 (n = 36)	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
IL-2 (ng/L)	11.16 ± 3.21	16.54 ± 3.27	8.121	<0.001
IL-4 (ng/L)	10.14 ± 2.26	14.87 ± 3.07	9.004	<0.001
IL-6 (ng/L)	20.41 ± 3.50	27.22 ± 3.52	9.468	<0.001
IL-10 (ng/L)	14.72 ± 3.19	20.46 ± 3.43	8.552	<0.001
INF- $\gamma$ (ng/L)	25.47 ± 4.56	32.57 ± 4.43	7.665	<0.001
TNF- $\alpha$ (ng/L)	31.06 ± 4.92	39.57 ± 5.29	8.220	<0.001
梗死面积 (cm <sup>2</sup> )	13.90 ± 2.44	18.54 ± 3.13	8.404	<0.001
Barthel 指数 (分)	64.05 ± 8.22	48.75 ± 7.50	9.343	<0.001
mRS 评分 (分)	2.27 ± 0.60	3.52 ± 0.65	9.874	<0.001

表 3 老年 CI 患者血清炎性因子水平与梗死面积、神经功能的相关性

Tab. 3 Correlation between serum inflammatory factor levels, infarction area, and neurological function in elderly CI patients

指 标	CI 面积		Barthel 指数		mRS 评分	
	<i>r</i> 值	<i>P</i> 值	<i>r</i> 值	<i>P</i> 值	<i>r</i> 值	<i>P</i> 值
IL-2	0.523	<0.001	-0.489	<0.001	0.475	<0.001
IL-4	0.467	<0.001	-0.439	<0.001	0.423	<0.001
IL-6	0.572	<0.001	-0.534	<0.001	0.518	<0.001
IL-10	0.498	<0.001	-0.471	<0.001	0.455	<0.001
IFN- $\gamma$	0.534	<0.001	-0.507	<0.001	0.491	<0.001
TNF- $\alpha$	0.589	<0.001	-0.562	<0.001	0.541	<0.001

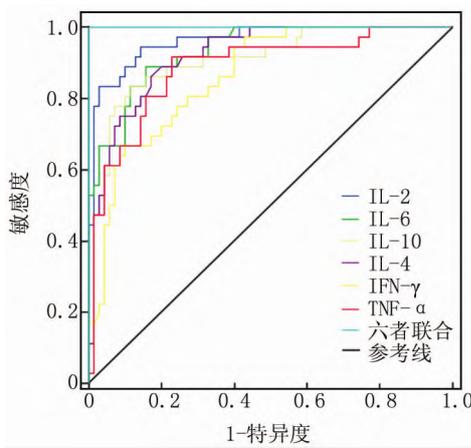
表 1 健康对照组与 CI 组血清炎性因子水平比较 ( $\bar{x} \pm s$ , ng/L)

Tab. 1 Comparison of serum inflammatory factor levels between healthy control group and CI group

组 别	例数	IL-2	IL-4	IL-6	IL-10	IFN- $\gamma$	TNF- $\alpha$
健康对照组	50	6.38 ± 1.25	6.86 ± 2.05	12.13 ± 3.51	8.52 ± 2.06	17.23 ± 4.37	19.51 ± 5.20
CI 组	106	12.94 ± 4.65	11.74 ± 3.26	22.73 ± 6.53	16.67 ± 5.16	28.02 ± 7.19	33.82 ± 9.76
<i>t</i> 值		9.795	9.709	10.756	10.660	9.784	9.726
<i>P</i> 值		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

**表 4** 血清炎症因子水平对老年 CI 患者预后不良的预测价值  
**Tab. 4** The predictive value of serum inflammatory factor levels for poor prognosis in elderly CI patients

指标	截断值	AUC	95% CI	敏感度	特异度	约登指数
IL-2	14.59 ng/L	0.963	0.907 ~ 0.990	0.833	0.971	0.805
IL-4	12.18 ng/L	0.934	0.869 ~ 0.973	0.889	0.843	0.732
IL-6	23.66 ng/L	0.908	0.836 ~ 0.955	0.833	0.886	0.719
IL-10	17.47 ng/L	0.921	0.852 ~ 0.965	0.861	0.829	0.689
IFN- $\gamma$	30.38 ng/L	0.862	0.782 ~ 0.922	0.667	0.900	0.567
TNF- $\alpha$	33.59 ng/L	0.885	0.808 ~ 0.939	0.917	0.771	0.688
六者联合		0.999	0.964 ~ 1.000	1.000	0.998	0.998



**图 1** 血清炎症因子水平预测老年 CI 患者预后不良的 ROC 曲线

**Fig. 1** ROC curve for predicting poor prognosis in elderly CI patients based on serum inflammatory factor levels

### 3 讨论

CI 是老年人群中最常见的神经系统疾病之一,多急性发作且病情严重,常导致持续的神经功能障碍甚至死亡。CI 不仅会引发偏瘫、失语及感觉障碍等多种神经功能损伤,还可能导致认知功能衰退,表现为记忆力减退、注意力分散等,甚至会进展为血管性痴呆<sup>[9]</sup>。这些复杂的症状降低了患者的生活质量,还给家庭和社会带来了沉重的负担。随着 CI 病理机制研究的深入,炎症因子如 ILs、IFN- $\gamma$ 、TNF- $\alpha$  等在 CI 发生和发展过程中起到了关键作用,不仅参与了 CI 的病理过程,还可作为反映病情严重程度和预后的生物标志物<sup>[10]</sup>。本研究通过分析血清 IL-2、IL-4、IL-6、IL-10、IFN- $\gamma$ 、TNF- $\alpha$  水平,探讨炎症因子与患者神经功能损伤和脑梗死面积的关系。

IL-2 主要由活化的 T 细胞分泌,是 T 细胞增殖和分化的关键调节因子,能够增强免疫反应。IL-4 是由 Th2 细胞和肥大细胞分泌,IL-4 在过敏反应和免疫调

节中发挥重要作用,能够促进 IgE 的合成,并参与抗体介导的免疫反应。IL-6 由多种细胞如单核细胞、巨噬细胞和成纤维细胞分泌,是一种多效性细胞因子,在炎症反应和免疫反应中具有重要作用。IL-10 来源于 Th2 细胞和调节性 T 细胞,能够抑制炎症反应<sup>[11-13]</sup>。本研究结果显示,CI 组患者的血清 IL-2、IL-4、IL-6、IL-10、IFN- $\gamma$ 、TNF- $\alpha$  水平均明显高于健康对照组。与田冰洁等<sup>[14]</sup>研究结果相符,表明脑梗死人群表现高炎症反应水平,进一步强调多种炎症因子在 CI 病情发展中的关键作用。可能是因为 IL-6 和 TNF- $\alpha$  通过激活下游信号通路,促进炎症反应细胞的聚集和激活,加重脑组织损伤。IFN- $\gamma$  作为一种重要的免疫调节因子,通过激活巨噬细胞和增强 T 细胞反应,加剧了炎症反应<sup>[15-18]</sup>。此外,IL-4 和 IL-10 虽然在某些情况下具有抗炎作用,但其在 CI 患者中的升高可能反映了机体试图调节过度炎症反应的自我保护机制<sup>[19-20]</sup>。研究表明,炎症反应不仅在急性期参与了脑组织的损伤,还可能在慢性期通过促进神经元凋亡和胶质细胞增生,进一步加重神经功能损伤和脑组织的坏死。

梗死面积和神经功能损伤程度是评估病情和预后的重要指标。MR 结果显示,预后不良亚组患者的梗死面积大于预后良好亚组。较大的梗死面积意味着更多的脑组织受到损伤,导致更严重的神经功能障碍。这可能与炎症因子的高水平密切相关,炎症因子持续升高可能导致梗死面积进一步扩大,加重病情。Barthel 指数和 mRS 评分可以全面评估脑梗死患者的功能状态和康复情况。本研究结果显示,预后不良亚组 Barthel 指数得分低于预后良好亚组,mRS 评分高于预后良好亚组,表明预后不良亚组患者的生活能力显著受损,需要更多的帮助和护理,而预后良好亚组患者的生活自理能力相对较好,可能与炎症因子水平的上升密切相关。在 CI 中,高水平的炎症因子如 IL-6 和 TNF- $\alpha$  不仅直接参与神经细胞的损伤,还通过加剧血脑屏障的破坏,增强神经组织的炎症反应和细胞凋亡,从而延长和复杂化恢复过程。Pearson 相关性结果显示,血清 IL-2、IL-4、IL-6、IL-10、IFN- $\gamma$ 、TNF- $\alpha$  水平分别与梗死面积、mRS 评分呈正相关,与 Barthel 指数呈负相关,这些结果与炎症因子的水平变化一致。ROC 曲线分析结果显示,血清 IL-2、IL-4、IL-6、IL-10、IFN- $\gamma$ 、TNF- $\alpha$  水平对 CI 患者神经功能的预测效能均较高,六者联合预测的 AUC 为 0.999,敏感度为 1.000,特异度为 0.998。各炎症因子不仅可以作为反映病情严重程度的生物标志物,还可以用于预测患者的预后。高敏感度和特异度说明该方法在预测 CI 患者预后方面具

有极高的准确性和可靠性。

#### 4 结 论

综上所述,老年 CI 患者血清 IL-2、IL-4、IL-6、IL-10、IFN- $\gamma$ 、TNF- $\alpha$  水平显著升高,且与神经功能损伤和梗死面积密切相关。这些炎症因子可以作为评估老年 CI 患者病情和预后的重要生物标志物,对于临床早期干预和治疗策略的制定具有重要意义。未来应进一步探讨这些炎症因子的作用机制,并评估其在 CI 治疗中的潜在应用价值。

**利益冲突:**所有作者声明无利益冲突

**作者贡献声明**

戴文:设计研究方案,实施研究过程及论文撰写;张成刚:提出研究思路,分析试验数据,论文审核;周义锋:课题设计,论文撰写;刘涛:资料搜集整理,协助研究实施以及论文修改;杨正:统计学分析和数据处理

#### 参考文献

- [1] 韩志华,李小刚. 大血管闭塞所致脑梗死的独立危险因素筛选及列线图模型的建立[J]. 中华老年心脑血管病杂志,2023,25(4):408-411. DOI:10.3969/j.issn.1009-0126.2023.04.017.
- [2] Zhen C, Wang Y, Wang H, et al. Multiple cerebral infarction linked to underlying cancer: A review of Trousseau syndrome-related cerebral infarction[J]. Br J Hosp Med (Lond), 2021,82(5):1-7. DOI:10.12968/hmed.2020.0696.
- [3] 方文,陈栋,李鹏飞,等. 血清炎症因子和 S100B 与进展性脑梗死患者神经功能缺损、梗死体积及预后的相关性研究[J]. 临床和实验医学杂志,2023,22(14):1469-1474. DOI:10.3969/j.issn.1671-4695.2023.14.004.
- [4] 李宇涵,阮桂琴,刘彝,等. 2 型糖尿病合并脑梗死患者血清炎症因子的表达及与颈动脉内膜厚度的相关性[J]. 临床神经外科杂志,2023,20(6):642-645,652. DOI:10.3969/j.issn.1672-7770.2023.06.008.
- [5] Coveney S, Murphy S, Belton O, et al. Inflammatory cytokines, high-sensitivity C-reactive protein, and risk of one-year vascular events, death, and poor functional outcome after stroke and transient ischemic attack[J]. Int J Stroke,2022,17(2):163-171. DOI:10.1177/1747493021995595.
- [6] Chen Y, Liang J, Ouyang F, et al. Persistence of gut microbiota dysbiosis and chronic systemic inflammation after cerebral infarction in cynomolgus monkeys[J]. Front Neurol,2019,10:661. DOI:10.3389/fneur.2019.00661.
- [7] Zhao T, Li M, Yan Q, et al. Effect of remote ischemic preconditioning intervention on serum levels of microRNA-582-5p/HMGB1 in patients with acute cerebral infarction[J]. Clin Neurol Neurosurg, 2024,241:108291. DOI:10.1016/j.clineuro.2024.108291.
- [8] Jia S, Liu X, Qu H, et al. Observation of the therapeutic effect of dual antiplatelet therapy with Aspirin and clopidogrel on the incidence, characteristics, and outcome in acute ischemic stroke patients with cerebral microbleeds at a teaching hospital, China[J]. Int J Gen Med,2024,17:2327-2336. DOI:10.2147/IJGM.S459323.
- [9] 韩薇,徐宇浩,于明. 依达拉奉右莰醇注射液治疗急性大动脉粥样硬化性脑梗死患者的临床研究[J]. 中国临床药理学杂志,2023,39(3):316-319. DOI:10.13699/j.cnki.1001-6821.2023.03.003.
- [10] Wang J, Lin M, Ren H, et al. Expression and clinical significance of serum miR-497 in patients with acute cerebral infarction[J]. Clin Lab, 2019, 65(4):30969094. DOI:10.7754/Clin.Lab.2018.181001.
- [11] Wang S, Shi Y, Zhang Y, et al. Tregs depletion aggravates activation of astrocytes by modulating IL-10/GXP4 following cerebral infarction[J]. Front Immunol,2023,14:1255316. DOI:10.3389/fimmu.2023.1255316.
- [12] Peng L, Zhu X, Wang C, et al. Indole-3-carbinol (I3C) reduces apoptosis and improves neurological function after cerebral ischemia-reperfusion injury by modulating microglia inflammation[J]. Sci Rep, 2024,14(1):3145. DOI:10.1038/s41598-024-53636-6.
- [13] 王浩,张莹,许启伍,等. C 反应蛋白与白细胞介素-6 对急性脑梗死复发风险预测价值[J]. 临床军医杂志,2022,50(6):645-648. DOI:10.16680/j.1671-3826.2022.06.28.
- [14] 田冰洁,殷令妮,张寅飞. 载脂蛋白 E 基因型对急性大动脉粥样硬化性脑梗死中血清炎症水平影响[J]. 安徽医药,2023,27(1):153-159. DOI:10.3969/j.issn.1009-6469.2023.01.034.
- [15] 于百洋,徐武. 老年急性脑梗死患者血清 NLR、hs-CRP、CHIBL1 水平与卒中相关性肺炎的关联性研究[J]. 中国临床新医学,2024,17(1):59-64. DOI:10.3969/j.issn.1674-3806.2024.01.11.
- [16] 彭晓云,袁博,李兴兰,等. 基于 IFN- $\gamma$  介导的 JAK/STAT1 信号通路探讨电针缓解缺血性脑卒中大鼠神经炎症损伤的研究[J]. 针刺研究,2023,48(9):852-859. DOI:10.13702/j.1000-0607.20220842.
- [17] 晏立娜,李佳艳,陈奕菲,等. 血清 IL-6、SDF-1 水平与急性脑梗死患者 rt-PA 静脉溶栓治疗短期预后的相关性[J]. 疑难病杂志,2021,20(12):1229-1233. DOI:10.3969/j.issn.1671-6450.2021.12.010.
- [18] 张萌,刘海颖,齐畅. 血清 LDL-C/HDL-C、non-HDL-C、RLP-C 及 sLOX-1 水平与老年急性脑梗死的相关性研究[J]. 临床误诊误治,2024,37(1):83-88. DOI:10.3969/j.issn.1002-3429.2024.01.016.
- [19] 凌雪辉,许文杰,秦勇,等. 急性脑梗死患者血清 miR-22-3p、NL-RP3 水平与炎症因子及预后不良的关系[J]. 疑难病杂志,2024,23(1):86-92. DOI:10.3969/j.issn.1671-6450.2024.01.015.
- [20] 陈昭,魏志强. 中老年脑梗塞型脑梗死导致的 AQP-4 及 TNF- $\alpha$ /IL-10 失衡对患者神经元的损伤及脑梗死体积的影响[J]. 中风与神经疾病杂志,2021,38(6):509-512. DOI:10.19845/j.cnki.zfysjlbzz.2021.0136.

(收稿日期:2024-08-20)