

外伤性感染性眼内炎与血清 MIP-1 α 和 HSP70 及 sTREM-1 水平的关系

王瑞红, 张林林, 王艳娜, 任俊霞, 刘翠英

引用:王瑞红, 张林林, 王艳娜, 等. 外伤性感染性眼内炎与血清 MIP-1 α 和 HSP70 及 sTREM-1 水平的关系. 国际眼科杂志, 2026, 26(1): 119-124.

基金项目:河北省医学科学研究项目 (No.20200422)
作者单位: (056000) 中国河北省邯郸市眼科医院 (邯郸市第三医院) 眼科
作者简介:王瑞红, 女, 硕士研究生, 副主任医师, 研究方向: 眼外伤。
通讯作者:王瑞红. nctec@163.com
收稿日期: 2025-07-14 **修回日期:** 2025-11-25

摘要
目的:探究外伤性感染性眼内炎 (PTIE) 患者病原菌分布特征及与血清巨噬细胞炎症蛋白 1 α (MIP-1 α)、热休克蛋白 70 (HSP70)、可溶性髓系细胞触发受体 1 (sTREM-1) 水平的关系。
方法:选取邯郸市眼科医院 (邯郸市第三医院) 2023 年 5 月至 2025 年 5 月共 157 例 PTIE 患者为研究组, 根据出院时裸眼视力分为预后良好组和预后不良组, 选取同期 157 例眼部外伤无眼内感染患者为对照 1 组, 选取同期 157 例健康体检志愿者为对照 2 组。采集研究组患者房水和玻璃体液样本检测病原菌分布; 采用酶联免疫吸附法检测血清 MIP-1 α 、HSP70、sTREM-1 水平; 多因素 Logistic 分析预后不良影响因素; 受试者工作特征 (ROC) 和决策曲线 (DCA) 分析血清 MIP-1 α 、HSP70、sTREM-1 水平对预后不良的预测价值。
结果:三组参与者一般资料具有可比性。PTIE 患者 157 例共检出 173 株病原菌, 以革兰氏阳性菌为主; 研究组血清 MIP-1 α 、sTREM-1 水平高于对照 1 组和对照 2 组, HSP70 水平低于对照 1 组和对照 2 组 (均 $P<0.05$), 对照 2 组和对照 1 组血清 MIP-1 α 、HSP70、sTREM-1 水平比较无差异 (均 $P>0.05$)。预后不良组 PTIE 患者伤口缝合时间 ≥ 24 h、伤口位置为 II/III 区、外伤类型为破裂伤, 破裂伤人数占比以及血清 C 反应蛋白、MIP-1 α 、sTREM-1 水平较预后良好组患者高, HSP70 水平降低 (均 $P<0.001$)。多因素 Logistic 分析结果显示, 伤口缝合时间、伤口位置、外伤类型、C 反应蛋白、MIP-1 α 、HSP70 和 sTREM-1 是 PTIE 患者视力预后不良的影响因素 (均 $P<0.05$)。ROC 曲线结果显示, 血清 MIP-1 α 、HSP70、sTREM-1 三者联合预测 PTIE 患者视力预后不良 AUC 值为 0.965, 显著大于单独预测 ($Z_{\text{MIP-1}\alpha}$ 、 Z_{HSP70} 、 $Z_{\text{sTREM-1}}$ = 3.628、4.705、3.930, 均 $P<0.05$), 此外由 DCA 曲线可知联合预测在 0.03-0.97 高风险阈值的净获益率高于单独预测。
结论:PTIE 患者革兰氏阳性菌是感染病原菌主要类型, 血清 MIP-1 α 、sTREM-1 水平升高, HSP70 水平降低, 三者联

合对患者视力预后恢复效果预测效能较高。
关键词:外伤性感染性眼内炎; 病原菌; 巨噬细胞炎症蛋白 1 α (MIP-1 α); 热休克蛋白 70 (HSP70); 可溶性髓系细胞触发受体 1 (sTREM-1)
DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2026.1.21

Relationship between traumatic infectious endophthalmitis and the levels of serum macrophage inflammatory protein 1 α , heat shock protein 70, and soluble triggering receptor expressed on myeloid cells 1

Wang Ruihong, Zhang Linlin, Wang Yanna, Ren Junxia, Liu Cuiying

Foundation item: Medical Science Research Project of Hebei Province (No.20200422)
Department of Ophthalmology, Handan City Eye Hospital (The Third Hospital of Handan), Handan 056000, Hebei Province, China
Correspondence to: Wang Ruihong. Department of Ophthalmology, Handan City Eye Hospital (The Third Hospital of Handan), Handan 056000, Hebei Province, China. nctec@163.com
Received: 2025-07-14 Accepted: 2025-11-25

Abstract
• **AIM:** To investigate the distribution characteristics of pathogens in patients with post-traumatic infectious endophthalmitis (PTIE) and their relationship with serum levels of macrophage inflammatory protein 1 α (MIP-1 α), heat shock protein 70 (HSP70), and soluble triggering receptor expressed on myeloid cells 1 (sTREM-1).
• **METHODS:** A total of 157 patients with PTIE from the Handan City Eye Hospital (The Third Hospital of Handan) from May 2023 to May 2025 were selected as the study group. They were divided into a good prognosis group and a poor prognosis group based on their uncorrected visual acuity at discharge. Meanwhile, 157 patients with ocular trauma but without endophthalmitis during the same period were selected as control group 1, and 157 healthy volunteers who underwent physical examinations during the same period were selected as control group 2. Aqueous humor and vitreous fluid samples were collected from the study group to detect the distribution of pathogens. The levels of serum MIP-1 α , HSP70, and sTREM-1 were measured using the enzyme-linked

immunosorbent assay. Multivariate Logistic regression analysis was performed to identify risk factors for poor prognosis. The predictive value of serum MIP-1 α , HSP70, and sTREM-1 levels for poor prognosis was evaluated using receiver operating characteristic (ROC) and decision curve analysis (DCA).

• **RESULTS:** The general data of the participants in the three groups was comparable. A total of 173 pathogens were detected in the 157 patients with PTIE, with Gram-positive bacteria being the predominant type. The levels of serum MIP-1 α and sTREM-1 in the study group were higher than those in control groups 1 and 2, while the level of HSP70 was lower than those in control groups 1 and 2 (all $P<0.05$). There were no significant differences in the levels of serum MIP-1 α , HSP70, and sTREM-1 between control groups 1 and 2 (all $P>0.05$). In the poor prognosis group, the time of wound suture was ≥ 24 h, the wound location was in zones II/III, the type of trauma was rupture, the proportion of rupture injuries, and the levels of serum C-reactive protein, MIP-1 α , and sTREM-1 were higher than those in the good prognosis group, while the level of HSP70 was decreased (all $P<0.001$). Multivariate Logistic regression analysis showed that the time of wound suture, wound location, type of trauma, C-reactive protein, MIP-1 α , HSP70, and sTREM-1 were risk factors for poor visual prognosis in patients with PTIE (all $P<0.05$). The ROC curve results showed that the combined prediction of serum MIP-1 α , HSP70, and sTREM-1 for poor visual prognosis in PTIE patients had an AUC value of 0.965, which was significantly higher than that of individual predictions ($Z_{\text{MIP-1}\alpha}$, Z_{HSP70} , $Z_{\text{sTREM-1}}$ = 3.628, 4.705, 3.930, all $P<0.05$). Additionally, the DCA curve showed that the combined prediction had a higher net benefit rate than individual predictions in the high-risk threshold range of 0.03-0.97.

• **CONCLUSION:** Gram-positive bacteria are the predominant type of pathogenic bacteria in patients with PTIE, with elevated levels of serum MIP-1 α and sTREM-1 and decreased levels of HSP70. The combined detection of these three factors has a high predictive efficacy for visual prognosis in patients.

• **KEYWORDS:** traumatic infectious endophthalmitis; pathogenic bacteria; macrophage inflammatory protein 1 α (MIP-1 α); heat shock protein 70 (HSP70); soluble triggering receptor expressed on myeloid cell-1 (sTREM-1)

Citation: Wang RH, Zhang LL, Wang YN, et al. Relationship between traumatic infectious endophthalmitis and the levels of serum macrophage inflammatory protein 1 α , heat shock protein 70, and soluble triggering receptor expressed on myeloid cells 1. Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci), 2026,26(1):119-124.

0 引言

外伤性感染性眼内炎(PTIE)是由眼外伤导致的病原体入侵引起的严重眼科疾病,具有起病急、进展快特点,严重者视力受损严重甚至失明^[1]。在临床实践中PTIE的治疗面临诸多挑战,包括病原菌种类繁多、耐药菌株增加以

及炎症反应难以控制等^[2]。近年来研究发现病原菌的分布特征以及血清中特定生物标志物的水平变化与PTIE的发生、发展密切相关。因此,掌握病原菌分布特征以及与PTIE相关的血清指标变化情况对PTIE患者精准治疗和改善预后具有重要意义。巨噬细胞炎症蛋白1 α (MIP-1 α)是吸引中性粒细胞和单核细胞向炎症部位聚集的趋化因子^[3]。周鹤等^[4]研究发现眼内炎的白内障患者术前术后血清MIP-1 α 水平均高于无眼内炎患者。热休克蛋白70(HSP70)是与细胞应激反应相关的热休克蛋白,参与细胞损伤和修复过程^[5]。Zhang等^[6]研究发现视网膜缺血再灌注损伤大鼠HSP70表达水平下降。可溶性髓系细胞触发受体1(sTREM-1)是表达于髓系细胞表面的可溶性受体,与炎症细胞活化和因子释放有关^[7]。潘雪菲等^[8]研究发现白内障术后感染性眼内炎患者血清sTREM-1水平升高。目前关于PTIE相关指标的研究较少,且多集中于传统非特异性指标。基于此,本研究旨在探究PTIE患者病原菌的分布特征及与血清MIP-1 α 、HSP70、sTREM-1水平的关系,以期对疾病治疗方案的选择和预后评估提供新的依据。

1 对象和方法

1.1 对象 选取邯郸市眼科医院(邯郸市第三医院)2023年5月至2025年5月共157例PTIE患者为研究组,男116例,女41例,年龄47.28 \pm 10.85岁,根据出院时裸眼视力0.1为界^[9], ≥ 0.1 为预后良好组, <0.1 为预后不良组。选取157例眼部外伤(角膜上皮擦伤)无眼内感染患者为对照1组,男115例,女42例,年龄46.86 \pm 9.35岁。选取157例健康体检志愿者为对照2组,男114例,女43例,年龄47.09 \pm 8.69岁。三组参与者一般资料比较差异无统计学意义(均 $P>0.05$)。研究组纳入标准:(1)PTIE诊断符合指南标准^[10];(2)年龄 ≥ 18 岁;(3)房水或玻璃体液病原体培养结果为阳性;(4)均为单眼外伤。对照1组纳入标准:(1)裂隙灯显微镜检查明确为角膜上皮擦伤诊断,且无其他眼部疾病;(2)实验室检查、房水或玻璃体液培养确认无眼内感染;(3)年龄 ≥ 18 岁;(4)均为单眼外伤。对照2组纳入标准:(1)通过详细的眼部检查确认无眼部疾病;(2)体检结果为健康。三组参与者排除标准:(1)合并其他眼部疾病,如青光眼、白内障等;(2)除眼部外,其他部位感染者;(3)合并慢性或全身性疾病如糖尿病、高血压等;(4)入院前使用抗菌药物或激素;(5)合并眼部手术史者;(6)合并恶性肿瘤、免疫及血液系统疾病者。本研究经邯郸市眼科医院(邯郸市第三医院)伦理委员会审批同意(批号:2023040703),所有参与者均签署知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 感染病原菌分布检测方法 在前房穿刺术或玻璃体切割术前对局部麻醉PTIE患者同时采集房水(0.1-0.2 mL)和玻璃体液(0.1-0.2 mL)样本,该过程为严格无菌操作,随后均进行需氧、厌氧和真菌培养。需氧培养在35 $^{\circ}\text{C}$ 、5% CO_2 环境下培养48 h;厌氧培养在35 $^{\circ}\text{C}$ 、无氧环境下培养72 h;真菌培养在25 $^{\circ}\text{C}$ 环境下培养7 d。培养后对生长的菌落进行形态学观察,初步判断菌种类型。菌种

鉴定具体方法:将采集的样本进行核酸提取后,采用基因测序技术进行鉴定。通过扩增样本中微生物的 16S rRNA (细菌)或 ITS 区域(真菌),并进行高通量测序,然后将获得序列与已知微生物基因数据库进行比对分析,确定样本中具体种类和丰度。

1.2.2 血清 MIP-1α 和 HSP70 及 sTREM-1 检测方法
研究组和对照 1 组患者入院接受抗菌相关治疗前采集,对照 2 组人员为体检当天采集,均采集 5 mL 外周静脉血,4 ℃,3 000 r/min 离心 15 min 收集上清液于-80 ℃保存后统一由检验科完成检测过程。所有血清样本采用酶联免疫吸附法检测 MIP-1α、HSP70、sTREM-1 水平,检测过程严格参照试剂盒要求进行,每个样本均进行双孔检测,确保数据一致性。

统计学分析:采用统计学软件 SPSS 25.0 进行分析。Shapiro-Wilk 检验呈正态分布且经 Levene 检验显示方差齐性的计量资料表示为 $\bar{x}\pm s$,两组间差异比较采用独立样本 *t* 检验,多组间差异比较采用单因素方差分析,进一步两两比较采用 SNK-*q* 检验。计数资料表示为 *n*(%),组间差异分析采用 χ^2 检验。采用多因素 Logistic 分析预后不良影响因素;采用受试者工作特征(ROC)和决策曲线(DCA)分析血清 MIP-1α、HSP70、sTREM-1 水平对预后不良的预测价值,DeLong 检验比较各组间曲线下面积(AUC)。以 *P*<0.05 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 PTIE 患者病原菌分布结果 PTIE 患者 157 例共检出 173 株病原菌,以革兰氏阳性菌为主,见表 1。

2.2 三组参与者血清 MIP-1α 和 HSP70 及 sTREM-1 水平比较 研究组血清 MIP-1α、sTREM-1 水平高于对照 1 组和对照 2 组,HSP70 水平低于对照 1 组和对照 2 组(均 *P*<0.05),对照 2 组和对照 1 组血清 MIP-1α、HSP70、sTREM-1 水平比较差异无统计学意义(均 *P*>0.05),见表 2。

2.3 不同视力预后 PTIE 患者临床资料比较 预后不良组 PTIE 患者伤口缝合时间≥24 h、伤口位置为Ⅱ/Ⅲ区、外伤类型为破裂伤,破裂伤人数占比以及血清 C 反应蛋白、MIP-1α、sTREM-1 水平较预后良好组患者高,HSP70 水平降低(均 *P*<0.001),见表 3。

2.4 多因素 Logistic 分析影响 PTIE 患者视力预后因素 以表 3 差异指标为自变量,以 PTIE 患者视力预后情况为因变量(不良=1,良好=0)进行多因素 Logistic 分析。结

果显示伤口缝合时间、伤口位置、外伤类型、C 反应蛋白、MIP-1α、HSP70 和 sTREM-1 是 PTIE 患者视力预后的影响因素(均 *P*<0.05),见表 4。

2.5 血清 MIP-1α 和 HSP70 及 sTREM-1 水平对 PTIE 患者视力预后的预测价值分析 以 PTIE 患者预后视力情况为因变量(不良=1,良好=0),血清 MIP-1α、HSP70、sTREM-1 水平为检验变量绘制 ROC 曲线。结果显示,血清 MIP-1α、HSP70、sTREM-1 三者联合预测 PTIE 患者视力预后不良 AUC 值为 0.965,显著大于单独预测($Z_{MIP-1\alpha}$ 、 Z_{HSP70} 、 $Z_{sTREM-1}$ = 3.628、4.705、3.930,均 *P*<0.05),此外由 DCA 曲线可知联合预测在 0.03-0.97 高风险阈值的净获益率高于单独预测,见表 5,图 1。

3 讨论

PTIE 是眼外伤的严重并发症,通常由病原微生物侵入眼内组织并在其内生长繁殖引起,患者常表现为眼痛、头痛剧烈,视力严重下降,球结膜高度水肿、充血等^[11]。因此,明确 PTIE 病原菌特征,对 PTIE 的治疗具有重要意义。在本研究中引发 PTIE 的病原菌主要为革兰氏阳性菌,这与其为常存在于皮肤表面最常见病原菌有关,外伤后易进入眼内,同时由于病原菌表面抗原成分和分泌毒素激活眼部免疫细胞,释放大量炎症介质并吸引更多的免疫细胞聚集到感染部位,增强局部免疫反应,当炎症反应过于剧烈或持续时间过长,导致眼部组织不可逆损伤,严重

表 1 PTIE 患者病原菌分布结果

微生物		病原菌株数	占比(%)
革兰氏阳性菌	表皮葡萄球菌	64	37.0
	腐生葡萄球菌	28	16.2
	肺炎链球菌	18	10.4
	粪肠球菌	8	4.6
	酿脓链球菌	6	3.5
	金黄色葡萄球菌	5	2.9
	草绿色链球菌	3	1.7
	头状葡萄球菌	3	1.7
	总和	135	78.0
革兰氏阴性菌	铜绿假单胞菌	19	11.0
	肺炎克雷伯菌	10	5.8
	鲍氏不动杆菌	3	1.7
	总和	32	18.5
真菌		6	3.5

表 2 三组参与者血清 MIP-1α、HSP70、sTREM-1 水平比较

组别	例数	MIP-1α (ng/L)	HSP70 (ng/L)	sTREM-1 (μg/L)	$\bar{x}\pm s$
对照 2 组	157	224.17±39.79	5.48±1.29	3.11±0.54	
对照 1 组	157	221.95±45.49	5.76±1.04	3.19±0.62	
研究组	157	374.20±82.16 ^{a,c}	2.46±0.55 ^{a,c}	5.22±1.14 ^{a,c}	
<i>F</i>		344.763	517.345	340.900	
<i>P</i>		<0.001	<0.001	<0.001	

注:研究组为 PTIE 患者;对照 1 组为眼部外伤(角膜上皮擦伤)无眼内感染患者;对照 2 组为健康体检志愿者。^a*P*<0.05 *vs* 对照 2 组;
^c*P*<0.05 *vs* 对照 1 组。

表 3 不同视力预后 PTIE 患者临床资料比较

项目		预后良好组(<i>n</i> = 85)	预后不良组(<i>n</i> = 72)	<i>t</i> / <i>χ</i> ²	<i>P</i>
性别(例,%)	男	61(71.8)	55(76.4)	0.432	0.511
	女	24(24.2)	17(23.6)		
年龄($\bar{x}\pm s$,岁)		46.96±11.36	47.65±10.24	0.397	0.692
身体质量指数($\bar{x}\pm s$,kg/m ²)		24.16±2.46	24.35±2.58	0.472	0.638
眼别(眼,%)	左眼	38(44.7)	30(41.7)	0.147	0.702
	右眼	47(55.3)	42(58.3)		
伤口缝合时间(眼,%)	≥24 h	28(32.9)	51(70.8)	22.389	<0.001
	<24 h	57(67.1)	21(29.2)		
伤口位置(眼,%)	I 区	66(77.6)	36(50.0)	13.091	<0.001
	Ⅱ/Ⅲ区	19(22.4)	36(50.0)		
外伤类型(眼,%)	贯通伤	59(69.4)	24(33.3)	20.363	<0.001
	破裂伤	26(30.6)	48(66.7)		
眼内异物类型(眼,%)	金属	37(43.5)	35(48.6)	0.405	0.524
	非金属	48(56.5)	37(51.4)		
白细胞计数($\bar{x}\pm s$,×10 ⁹ /L)		7.73±1.35	8.04±1.46	1.381	0.169
中性粒细胞计数($\bar{x}\pm s$,×10 ⁹ /L)		5.76±1.12	5.42±1.09	1.919	0.057
淋巴细胞计数($\bar{x}\pm s$,×10 ⁹ /L)		1.76±0.34	1.69±0.36	1.251	0.213
单核细胞计数($\bar{x}\pm s$,×10 ⁹ /L)		0.51±0.11	0.52±0.09	0.616	0.539
血小板计数($\bar{x}\pm s$,×10 ⁹ /L)		221.18±46.22	215.36±40.07	0.835	0.405
C 反应蛋白($\bar{x}\pm s$,mg/L)		5.76±1.15	6.28±1.26	2.702	0.008
MIP-1α($\bar{x}\pm s$,ng/L)		316.52±58.39	442.30±94.36	10.201	<0.001
HSP70($\bar{x}\pm s$,ng/L)		2.79±0.59	2.06±0.46	8.529	<0.001
sTREM-1($\bar{x}\pm s$,μg/L)		4.46±0.93	6.12±1.33	9.164	<0.001

注:预后良好组为视力≥0.1;预后不良组为视力<0.1。

表 4 多因素 Logistic 分析影响 PTIE 患者预后视力因素

因素	<i>B</i>	<i>SE</i>	Wald <i>χ</i> ²	<i>OR</i>	95% <i>CI</i>	<i>P</i>
伤口缝合时间	0.817	0.306	7.131	2.264	1.243–4.124	0.008
伤口位置	0.613	0.196	9.782	1.846	1.257–2.711	0.002
外伤类型	0.748	0.224	11.154	2.113	1.362–3.278	0.001
C 反应蛋白	0.518	0.177	8.571	1.679	1.187–2.375	0.003
MIP-1α	1.080	0.324	11.120	2.946	1.561–5.559	0.001
HSP70	-0.931	0.303	9.449	0.394	0.218–0.714	0.002
sTREM-1	1.001	0.339	8.713	2.720	1.400–5.286	0.003

表 5 血清 MIP-1α 和 HSP70 及 sTREM-1 水平对 PTIE 患者预后视力预测价值分析

因素	AUC	截断值	敏感性(%)	特异性(%)	95% <i>CI</i>	约登指数
MIP-1α	0.841	379.617 ng/L	75.00	82.40	0.777–0.904	0.574
HSP70	0.782	2.424 ng/L	70.80	74.10	0.710–0.854	0.449
sTREM-1	0.827	4.800 μg/L	83.30	69.40	0.762–0.891	0.527
联合预测	0.965	–	84.70	92.90	0.942–0.988	0.776

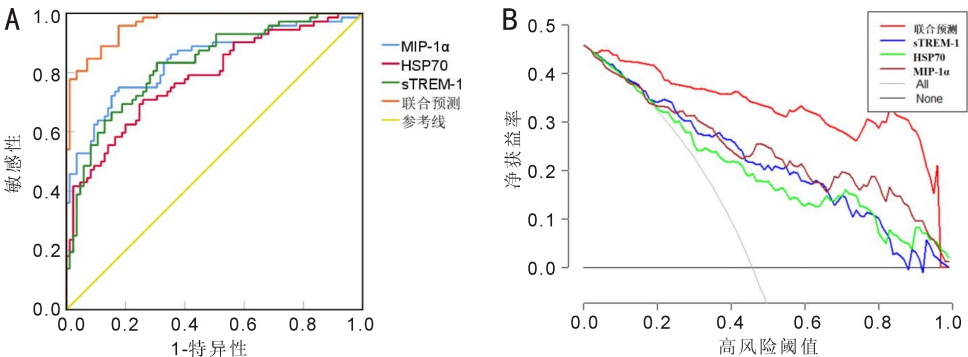


图 1 血清 MIP-1α、HSP70、sTREM-1 水平对 PTIE 患者预后视力预测价值分析 A:ROC 曲线;B:DCA 曲线。

影响患者视力预后^[11]。因此,本研究进一步明确 PTIE 预后相关血清指标,创新性地提出了通过检测血清中特定标志物水平,以期实现更早期、更准确地评估 PTIE 预后,为 PTIE 预后治疗干预提供新依据,具有重要的临床应用价值。

MIP-1 α 属于 CC 趋化因子家族,通过与细胞表面的趋化因子受体结合,发挥趋化作用,吸引中性粒细胞、单核细胞和 T 细胞等免疫细胞向炎症部位迁移。Blanco-Vázquez 等^[12]研究发现慢性眼部疼痛和干眼患者泪液 MIP-1 α 水平较高,与角膜损害程度有关。目前 MIP-1 α 与 PTIE 相关联系研究较少,特别是与预后联系。在本研究中 PTIE 患者血清 MIP-1 α 水平显著高于仅眼部外伤和健康人群,与预后视力相关,提示 MIP-1 α 参与眼外伤导致病原菌感染过程,推测可能的机制是 MIP-1 α 通过增强抗原呈递细胞与 T 细胞的相互作用,促进活化和增殖,并聚集到眼部感染区域,导致局部免疫反应过高,造成组织损伤和预后视力损伤风险升高^[13-14]。

HSP70 是具有协助新生蛋白质正确折叠、防止蛋白质错误聚集、参与蛋白质运输和降解等过程高度保守的分子伴侣蛋白。Chen 等^[15]研究发现急性闭角型青光眼患者血清 HSP70 水平低于健康人群,与前房深度及眼压等指标相关,但未找到与 PTIE 直接联系。在本研究中 PTIE 患者血清 HSP70 水平降低,与预后视力相关,提示 HSP70 低水平与 PTIE 发生及视力恢复不良有关,推测可能的机制是 HSP70 低水平导致 PTIE 患者蛋白质稳态失衡,导致眼内细胞中的蛋白质更容易发生错误折叠和聚集,影响细胞正常功能,导致细胞死亡,增加对视力产生的负面影响^[16];此外,HSP70 参与调节免疫细胞活性和功能,持续低水平导致免疫反应失调,削弱免疫系统对感染的清除能力,使得炎症反应持续及过度存在,加重眼内组织损伤^[17];同时眼内组织修复需要细胞的增殖和迁移来填补受损部位,HSP70 低水平导致细胞增殖和迁移能力下降,延缓组织修复过程,最终影响视力恢复^[18]。

sTREM-1 是由髓系细胞表面的触发受体经金属蛋白酶切割形成,属于免疫球蛋白超家族跨膜糖蛋白,具有增强免疫细胞活化和炎症介质释放功能。Tang 等^[19]研究发现创伤后细菌性眼内炎小鼠玻璃体中 sTREM-1 水平高于外伤非感染和健康小鼠,与眼内炎症程度相关,但缺少临床相关研究结果佐证,故在本研究中 PTIE 患者血清 sTREM-1 水平升高,与预后视力相关,提示 sTREM-1 参与 PTIE 发生及预后恢复过程,推测可能的机制是 PTIE 发生时髓系细胞表面 sTREM-1 活化促进多种促炎因子释放,进而引起炎症反应级联放大,加剧眼内炎症反应,最终导致角膜、房水、玻璃体等眼内组织炎症加重,影响视力恢复^[20];sTREM-1 通过激活炎症信号通路,诱导眼内细胞凋亡,干扰眼内组织正常修复过程,延缓伤口愈合,影响视力恢复^[21]。

多因素 Logistic 分析结果显示,伤口缝合时间、伤口位置、外伤类型、C 反应蛋白、MIP-1 α 、HSP70 和 sTREM-1 是 PTIE 患者视力预后不良的影响因素,提示在临床实践中需综合评估上述因素,以优化治疗方案并提高患者视力,具体来讲,应尽量缩短伤口缝合时间以减少感染风险,

关注伤口位置 and 外伤类型以制定针对性的处理措施,同时监测和控制炎症相关指标,以减轻过度炎症反应对视力损害。ROC 曲线结果显示,血清 MIP-1 α 、HSP70、sTREM-1 三者联合预测 PTIE 患者视力预后不良 AUC 值为 0.965,显著大于单独预测,此外由 DCA 曲线可知联合预测在 0.03-0.97 高风险阈值的净获益率高于单独预测,提示联合检测为 PTIE 患者早期干预和治疗提供依据,是改善患者视力预后重要参考。

综上所述,在本研究中 PTIE 患者革兰氏阳性菌是感染病原菌主要类型,血清 MIP-1 α 、sTREM-1 水平升高,HSP70 水平降低,三者联合对患者视力预后恢复效果的预测效能较高。但本研究存在局限性,如样本量相对较小,病例来源较为单一,未进行长期随访,未针对病原体是否来源于院内进行区分,实际应用时存在检测时效性、应用成本较高、动态监测不足等实际挑战,另外,缺少病原菌种类与标志物潜在的交互作用;缺少长期视力随访;出院视力评价低估预后等。后续将进一步扩大样本量,研究指标与患者长期预后的关系,为 PTIE 个性化治疗和预后评估提供更多支持。

利益冲突声明: 本文不存在利益冲突。

作者贡献声明: 王瑞红论文选题与修改,初稿撰写;张林林初稿撰写;王艳娜、任俊霞文献检索,数据分析;刘翠英选题指导,论文修改及审阅。所有作者阅读并同意最终的文本。

参考文献

[1] 张春排, 丁莉娟. 外伤性感染性眼内炎患者房水致病菌检测及药敏特征分析. 中华眼外伤职业眼病杂志, 2024,46(9):682-687.
[2] 张育, 郝敏, 王峻峰, 等. 感染性眼内炎的临床分析. 中华眼外伤职业眼病杂志, 2023,45(6):426-432.
[3] Kuraeiad S, Kotepui KU, Mahittikom A, et al. A systematic review and meta-analysis of MIP-1 α and MIP-1 β chemokines in malaria in relation to disease severity. Medicina(Kaunas), 2025,61(4):676-698.
[4] 周鹤, 董万江, 罗忠. 血清 MIP-1 α 、hBD3 对白内障患者术后眼内炎的预测价值. 检验医学, 2024,39(12):1224-1228.
[5] Singh MK, Han S, Ju S, et al. Hsp70: a multifunctional chaperone in maintaining proteostasis and its implications in human disease. Cells, 2025,14(7):509-536.
[6] Zhang L, Xue K, Fan P, et al. Geranylgeranylacetone-induced heat shock protein70 expression reduces retinal ischemia-reperfusion injury through PI3K/AKT/mTOR signaling. Exp Eye Res, 2023, 229(1):109416-109426.
[7] Geng N, Wu ZP, Liu Z, et al. sTREM-1 as a predictive biomarker for disease severity and prognosis in COVID-19 patients. J Inflamm Res, 2024,17:3879-3891.
[8] 潘雪菲, 邵婷, 刘青. 血清标志物 sTREM-1、AQP5 对白内障术后感染性眼内炎的预测价值研究. 分子诊断与治疗杂志, 2024,16(8):1484-1487.
[9] 杨霞霞, 马春霞, 刘鹏飞, 等. 开放性眼外伤患者临床特征及视力影响因素分析. 国际眼科杂志, 2024,24(11):1846-1850.
[10] 中华医学会眼科学分会眼外伤学组. 中国外伤性感染性眼内炎防治专家共识(2023年). 中华眼科杂志, 2023,59(2):90-95.
[11] Lee JJ, Jo YJ, Lee JS. Clinical characteristics and risk factors for visual prognosis according to the types of infectious endophthalmitis. PLoS One, 2022,17(12):e0278625.

[12] Blanco-Vázquez M, Vázquez A, Fernández I, et al. Inflammation-related molecules in tears of patients with chronic ocular pain and dry eye disease. *Exp Eye Res*, 2022,219(1):109057–109067.

[13] Liu MQ, Li LZ, Cao L, et al. Targeted delivery of CCL3 reprograms macrophage antigen presentation and enhances the efficacy of immune checkpoint blockade therapy in hepatocellular carcinoma. *J Immunother Cancer*, 2025,13(2):e010947.

[14] Luo H, Li LF, Han S, et al. The role of monocyte/macrophage chemokines in pathogenesis of osteoarthritis: a review. *Int J Immunogenetics*, 2024,51(3):130–142.

[15] Chen H, Tian AJ, Wu YX, et al. HSP70 expression before and after treatment and its clinical value in patients with acute angle-closure glaucoma. *Exp Ther Med*, 2021,21(3):253–259.

[16] Hu C, Yang J, Qi ZP, et al. Heat shock proteins: Biological functions, pathological roles, and therapeutic opportunities. *MedComm*, 2022,3(3):e161.

[17] Wang F, Bashiri Dezfouli A, Multhoff G. The immunomodulatory effects of cannabidiol on Hsp70-activated NK cells and tumor targetcells. *Mol Immunol*, 2024,174:1–10.

[18] Guo SL, Yang HS, Liu JC, et al. Heat shock proteins in tooth development and injury repair. *Int J Mol Sci*, 2023,24(8):7455–7464.

[19] Tang QY, He MX, Zhang SD, et al. The diagnostic value of triggering receptor expressed on myeloid cells – 1 in post – traumatic bacterial endophthalmitis. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2023, 64 (5): 4–13.

[20] Gonçalves GS, Correa –Silva S, Zheng YY, et al. Circulating sTREM – 1 as a predictive biomarker of pediatric multisystemic inflammatory syndrome (MIS – C). *Cytokine*, 2023, 161: 156084 – 156097.

[21] Lu L, Liu X, Fu JH, et al. sTREM-1 promotes the phagocytic function of microglia to induce hippocampus damage *via* the PI3K–AKT signaling pathway. *Sci Rep*, 2022,12(1):7047–7063.

2025 版《中国科技期刊引证报告》核心版眼科学类期刊
主要指标及排名
(以综合评价总分为序)

期刊名称	核心总被引频次		核心影响因子		综合评价总分	
	数值	排名	数值	排名	数值	排名
国际眼科杂志	2278	1	1.067	2	75.3	1
中华眼科杂志	1881	2	0.961	3	73.4	2
眼科新进展	1157	4	0.947	4	72.9	3
中国中医眼科杂志	1314	3	1.114	1	50.2	4
中华实验眼科杂志	877	5	0.593	8	49.3	5
中国眼耳鼻喉科杂志	446	8	0.624	6	48.4	6
中华眼底病杂志	609	7	0.603	7	46.1	7
中华眼视光学与视觉科学杂志	767	6	0.752	5	42.2	8
临床眼科杂志	329	9	0.359	10	36.3	9
中华眼科医学杂志电子版	151	12	0.113	12	32.7	10
中国斜视与小儿眼科杂志	243	11	0.493	9	27.5	11
眼科	301	10	0.237	11	22.6	12

摘编自 2025 版《中国科技期刊引证报告》核心版