

# 白内障术后眼内炎患者血清 TREM-1 和 MMP-9 水平及其诊断价值

阎晓庆<sup>1</sup>, 庞星宇<sup>2</sup>, 郝莉莉<sup>3</sup>

引用: 阎晓庆, 庞星宇, 郝莉莉. 白内障术后眼内炎患者血清 TREM-1 和 MMP-9 水平及其诊断价值. 国际眼科杂志, 2025, 25(4):661-665.

基金项目: 张家口市重点研发计划项目 (No.2322170D)

作者单位: (075000) 中国河北省张家口市第四医院<sup>1</sup>功能科;<sup>2</sup>检验科;<sup>3</sup>眼外伤科

作者简介: 阎晓庆, 女, 本科, 主治医师。

通讯作者: 阎晓庆. abj622pz@163.com

收稿日期: 2024-08-12 修回日期: 2025-02-26

## 摘要

**目的:** 探讨血清中髓系细胞表达触发受体-1 (TREM-1)、基质金属蛋白酶-9 (MMP-9) 表达水平变化对白内障术后眼内炎患者早期临床诊断的价值。

**方法:** 选取 2021-05/2023-05 在我院进行白内障手术并发生感染性眼内炎患者 21 例作为研究对象 (眼内炎组), 另选取进行白内障手术未发生眼内炎患者 100 例作为非眼内炎组。检测并比较眼内炎组和非眼内炎组血清 TREM-1、MMP-9 水平以及 IL-1 $\beta$ 、IL-17、TNF- $\alpha$  等炎症因子表达水平, 采用 Pearson 法分析 TREM-1 与 MMP-9 相关性, 采用 Logistic 回归分析影响白内障患者术后出现眼内炎的因素。基于受试者工作特征 (ROC) 曲线分析 TREM-1、MMP-9 水平对白内障患者术后眼内炎的早期临床诊断效能。

**结果:** 与白内障术后非眼内炎组相比, 眼内炎组血清 TREM-1、MMP-9 和炎症因子 IL-1 $\beta$ 、IL-17、TNF- $\alpha$  表达水平均显著升高 (均  $P < 0.05$ )。TREM-1 与 MMP-9 呈正相关 ( $r = 0.389, P < 0.001$ )。Logistic 回归结果显示, 血清 TREM-1 及 MMP-9 表达水平升高、有玻璃体溢出均是导致白内障患者术后发生眼内炎的危险因素 (均  $P < 0.05$ )。ROC 曲线显示 TREM-1、MMP-9 和二者联合诊断白内障患者术后眼内炎的曲线下面积 (AUC) 分别为 0.845、0.844、0.935, 二者联合应用早期诊断白内障患者术后出现眼内炎的临床效能优于血清 TREM-1、MMP-9 单独预测 (均  $P < 0.05$ )。

**结论:** 白内障术后眼内炎患者血清 TREM-1、MMP-9 表达水平异常升高, 且联合二者早期诊断白内障术后眼内炎的临床应用价值较高。

**关键词:** 白内障术后眼内炎; 髓系细胞表达触发受体-1 (TREM-1); 基质金属蛋白酶-9 (MMP-9); 诊断价值

DOI: 10.3980/j.issn.1672-5123.2025.4.25

## Levels of serum triggering receptor expressed on myeloid cells-1 and matrix metalloproteinase-9 in patients with endophthalmitis after cataract surgery and their diagnostic value

Yan Xiaoqing<sup>1</sup>, Pang Xingyu<sup>2</sup>, Hao Lili<sup>3</sup>

**Foundation item:** Key Research and Development Project of Zhangjiakou City (No.2322170D)

<sup>1</sup>Department of Functional Examination; <sup>2</sup>Department Clinical Laboratory; <sup>3</sup>Department of Ocular Trauma, the Fourth Hospital of Zhangjiakou, Zhangjiakou 075000, Hebei Province, China

**Correspondence to:** Yan Xiaoqing. Department of Functional Examination, the Fourth Hospital of Zhangjiakou, Zhangjiakou 075000, Hebei Province, China. abj622pz@163.com

Received: 2024-08-12 Accepted: 2025-02-26

## Abstract

• **AIM:** To explore the value of changes in the serum expression levels of triggering receptor expressed on myeloid cells-1 (TREM-1) and matrix metalloproteinase-9 (MMP-9) in early clinical diagnosis of postoperative endophthalmitis in patients with cataract surgery.

• **METHODS:** A total of 21 patients who underwent cataract surgery with infectious endophthalmitis in our hospital from May 2021 to May 2023 were selected as the study subjects (endophthalmitis group), and another 100 patients who underwent cataract surgery without endophthalmitis were selected as the non-endophthalmitis group. The serum levels of TREM-1, MMP-9, and the expression levels of inflammatory factors such as interleukin-1 $\beta$  (IL-1 $\beta$ ), IL-17, and tumor necrosis factors- $\alpha$  (TNF- $\alpha$ ) were detected and compared between the endophthalmitis group and the non-endophthalmitis group. The correlation between TREM-1 and MMP-9 was analyzed by Pearson method. Logistic regression was applied to analyze the factors that affected the occurrence of endophthalmitis in cataract patients after surgery. Receiver operating characteristic (ROC) curve was applied to analyze the early clinical diagnostic efficacy of TREM-1 and MMP-9 levels for postoperative endophthalmitis in cataract patients.

• **RESULTS:** Compared with the non-endophthalmitis

group after cataract surgery, the expression levels of serum TREM-1, MMP-9, and inflammatory factors IL-1 $\beta$ , IL-17, and TNF- $\alpha$  in the endophthalmitis group were obviously increased (all  $P < 0.05$ ), and the TREM-1 was positively correlated with MMP-9 ( $r = 0.389, P < 0.001$ ). Logistic regression results showed that elevated levels of serum TREM-1 and MMP-9 expression, and vitreous overflow were independent risk factors for postoperative endophthalmitis in cataract patients (all  $P < 0.05$ ). ROC curve showed that the area under the curve (AUC) of TREM-1, MMP-9, and their combination in diagnosing postoperative endophthalmitis in cataract patients was 0.845, 0.844, and 0.935, respectively, and the clinical efficacy of the combination of the two in early diagnosis of postoperative endophthalmitis in cataract patients was better than that of serum TREM-1 and MMP-9 alone (all  $P < 0.05$ ).

• **CONCLUSION:** The expression levels of serum TREM-1 and MMP-9 in patients with endophthalmitis after cataract surgery are abnormally elevated, and the combination of the two has high clinical application value in early diagnosis of endophthalmitis after cataract surgery.

• **KEYWORDS:** endophthalmitis after cataract surgery; triggering receptor expressed on myeloid cells-1 (TREM-1); matrix metalloproteinase-9 (MMP-9); diagnostic value

**Citation:** Yan XQ, Pang XY, Hao LL. Levels of serum triggering receptor expressed on myeloid cells-1 and matrix metalloproteinase-9 in patients with endophthalmitis after cataract surgery and their diagnostic value. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)*, 2025, 25(4): 661-665.

## 0 引言

眼内炎是白内障患者手术后的最严重的并发症<sup>[1]</sup>,是由于眼内真菌和/或细菌感染引起的炎症,眼内炎会引发患者疼痛、眼睛发红、畏光和进行性视力下降<sup>[2]</sup>。患者发生眼内炎后若不及时进行治疗,可能会在短时间内导致术眼不可逆的失明<sup>[3]</sup>。因此,早期诊断白内障患者术后眼内炎有助于及时治疗,挽救视力。研究显示,炎症因子水平与白内障术后眼内炎的发生有紧密联系<sup>[4]</sup>。髓系细胞表达触发受体-1 (triggering receptor expressed on myeloid cells-1, TREM-1) 是一种糖蛋白,其参与了机体的炎症反应,与细胞因子和炎症介质的释放有紧密联系<sup>[5]</sup>。基质金属蛋白酶-9 (matrix metalloproteinase-9, MMP-9) 主要由中性粒细胞和巨噬细胞分泌,其与炎症发生发展密切相关,并可介导促炎因子向炎症区的募集<sup>[6-7]</sup>。因此,本研究通过检测白内障术后眼内炎患者血清 TREM-1 和 MMP-9 表达水平,探究二者对眼内炎患者的早期临床诊断意义。

## 1 对象和方法

1.1 对象 回顾性研究。选取 2021-05/2023-05 在我院进行白内障手术并发生感染性眼内炎患者 21 例作为研究对象 (眼内炎组),另选取进行白内障手术未发生眼内炎

患者 100 例作为非眼内炎组。收集所有受试者的 BMI、高血压史、糖尿病史、手术时间、手术切口位置等一般临床资料。白内障诊断标准:参考美国眼科学会发布的诊断指南中白内障的相关诊断标准<sup>[8]</sup>,眼内炎患者表现为视力急剧下降,有眼部疼痛,分泌物增多,结膜充血,角膜水肿,前房积液、积脓和玻璃体混浊等,且 B 超提示玻璃体炎症或者混浊,房水或者玻璃体病原菌培养呈阳性<sup>[9]</sup>。纳入标准:(1)患者符合上述诊断标准;(2)临床资料信息及病理材料齐全;(3)同意及配合参加研究的患者。排除标准:(1)手术前即有眼部有感染者;(2)有眼外伤或视网膜脱落者;(3)合并患有心肝肾等功能不全者;(4)患有免疫系统疾病者;(5)合并认知功能障碍或精神病史者。本研究已通过本院伦理委员会批准 (批准号:2023-08-031),所有参与者均签署知情同意书。

## 1.2 方法

1.2.1 仪器与试剂 TREM-1 酶联免疫吸附测定 (enzyme linked immunosorbent assay, ELISA) 试剂盒 (货号:XY1063A) 和 MMP-9 ELISA 试剂盒 (货号:XY6135S);酶标仪 (型号:SpectraMax i3x)。

1.2.2 样本收集 采集参与者术后静脉血 3-5 mL,血液静置一段时间后通过离心以获得患者血清,并置于 -20 °C 下保存,待用。

1.2.3 血清 TREM-1 和 MMP-9 水平检测 严格按照 TREM-1 和 MMP-9 试剂盒的步骤进行白内障患者血清 TREM-1、MMP-9 表达水平的定量检测。

统计学分析:采用 SPSS 27.0 统计学软件对数据进行处理。计数资料采用例 (%) 表示,采用  $\chi^2$  检验进行眼内炎组和非眼内炎组两组间一般临床资料比较;计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示,采用独立样本  $t$  检验进行眼内炎组和非眼内炎组组间血清 TREM-1、MMP-9 水平比较;采用 Pearson 法分析 TREM-1 与 MMP-9 相关性;采用 Logistic 回归分析影响白内障患者术后出现眼内炎的因素;TREM-1、MMP-9 水平对白内障患者术后眼内炎的诊断效能采用受试者工作特征 (receiver operating characteristic, ROC) 曲线进行分析,利用约登指数分析各指标的敏感性及其特异性。AUC 比较采用 Delong 检验。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

2.1 两组一般临床资料比较 眼内炎组和非眼内炎组的性别、年龄、高血压史、糖尿病史、BMI 值、手术时间以及手术切口位置差异无统计学意义 (均  $P > 0.05$ ),两组的玻璃体溢出情况差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ ),见表 1。

2.2 两组血清 TREM-1 和 MMP-9 及炎症因子水平比较 与白内障术后非眼内炎组相比,眼内炎组血清 TREM-1、MMP-9 和炎症因子 IL-1 $\beta$ 、IL-17、TNF- $\alpha$  表达水平均显著升高,差异有统计学意义 (均  $P < 0.05$ ),见表 2。

2.3 TREM-1 与 MMP-9 的相关性分析 TREM-1 与 MMP-9 呈正相关 ( $r = 0.389, P < 0.001$ ),见图 1。

2.4 Logistic 回归分析影响白内障术后眼内炎的因素 以白内障患者术后是否发生眼内炎为因变量 (眼内炎 = 1,非眼内炎 = 0),以 TREM-1 及 MMP-9 表达水平 (均为实测

值)和是否有玻璃体溢出(有玻璃体溢出=1,没有玻璃体溢出=0)为自变量,构建 Logistic 回归模型,探究影响白内障患者术后发生眼内炎的因素。回归结果显示,血清 TREM-1 及 MMP-9 表达水平升高、有玻璃体溢出均是导致白内障患者术后发生眼内炎的危险因素(均  $P < 0.05$ ),见表 3。

**2.5 血清 TREM-1 及 MMP-9 水平诊断白内障术后眼内炎的临床价值** 以白内障患者术后是否发生眼内炎作为状态变量(眼内炎=1,非眼内炎=0),血清 TREM-1、MMP-9 表达水平为检验变量,绘制 ROC 曲线评价血清

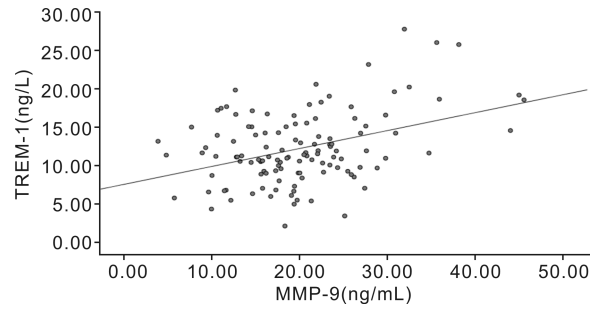


图 1 TREM-1 与 MMP-9 的相关性。

表 1 两组一般临床资料比较

例(%)

指标	例数	眼内炎组(21 例)	非眼内炎组(100 例)	$\chi^2$	$P$
性别					
男	69	13(61.9)	56(56.0)	0.247	0.619
女	52	8(38.1)	44(44.0)		
年龄(岁)					
<65	68	9(42.9)	59(59.0)	1.837	0.175
≥65	53	12(57.1)	41(41.0)		
高血压史					
是	60	11(52.4)	49(49.0)	0.079	0.778
否	61	10(47.6)	51(51.0)		
糖尿病史					
是	57	12(57.1)	45(45.0)	1.027	0.311
否	64	9(42.9)	55(55.0)		
BMI(kg/m <sup>2</sup> )					
≥24	66	11(52.4)	55(55.0)	0.048	0.827
<24	55	10(47.6)	45(45.0)		
手术时间(min)					
<30	65	8(38.1)	57(57.0)	2.495	0.114
≥30	56	13(61.9)	43(43.0)		
玻璃体溢出					
是	52	15(71.4)	37(37.0)	8.394	0.004
否	69	6(28.6)	63(63.0)		
手术切口位置					
巩膜隧道	63	10(47.6)	53(53.0)	0.201	0.654
透明角膜	58	11(52.4)	47(47.0)		

注:眼内炎组选取进行白内障手术并发生感染性眼内炎患者;非眼内炎组选取进行白内障手术未发生眼内炎患者。

表 2 两组血清 TREM-1 和 MMP-9 及炎症因子水平比较

$\bar{x} \pm s$

组别	例数	TREM-1(ng/L)	MMP-9(ng/mL)	IL-1 $\beta$ (ng/mL)	IL-17(ng/mL)	TNF- $\alpha$ (ng/mL)
眼内炎组	21	18.52±5.63	29.05±9.12	63.26±10.37	16.59±3.52	93.38±17.56
非眼内炎组	100	11.37±3.71	17.78±5.53	40.61±8.20	3.83±1.25	60.26±9.61
$t$		7.272	7.478	10.968	28.904	12.164
$P$		<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05

注:眼内炎组选取进行白内障手术并发生感染性眼内炎患者;非眼内炎组选取进行白内障手术未发生眼内炎患者。

表 3 Logistic 回归分析影响白内障患者术后眼内炎的因素

影响因素	$\beta$	SE	Wald $\chi^2$	$P$	OR	95%CI
TREM-1	0.623	0.181	11.857	0.001	1.865	1.308-2.659
MMP-9	0.466	0.162	8.261	0.004	1.593	1.160-2.188
玻璃体溢出	0.355	0.133	7.119	0.008	1.426	1.099-1.851

TREM-1、MMP-9 表达水平在早期诊断白内障患者术后出现眼内炎的临床价值。由表 4 和图 2 可知,TREM-1、MMP-9 水平和二者联合诊断白内障患者术后眼内炎的曲线下面积 (area under curve, AUC) 分别为 0.845、0.844、0.935,血清 TREM-1、MMP-9 联合诊断白内障术后眼内炎的敏感性为 90.48%,特异性为 87.17%,二者联合应用早期诊断白内障患者术后出现眼内炎的临床效能优于血清 TREM-1、MMP-9 单独预测 ( $Z_{二者联合-TREM-1} = 1.979$ 、 $Z_{二者联合-MMP-9} = 2.068$ , $P = 0.048$ 、 $0.039$ ),见表 4,图 2。

### 3 讨论

据数据统计,全球有 9 400 万人失明或视力受损,白内障是全世界最常见的致盲原因<sup>[10]</sup>。随着老龄人口的增加,白内障的发病率呈现逐年上升趋势,极大影响了老年人群的生活质量<sup>[11]</sup>。目前手术是治疗白内障的有效方法,但是,在多种危险因素的影响下,有些患者术眼会造成感染进而发生眼内炎<sup>[1]</sup>。眼内炎是一种涉及眼内玻璃体严重威胁视力的眼部感染,主要是由于白内障手术期间附件和环境中的微生物细菌或真菌侵入所致,眼内炎的表现是视力下降,伴有眼睛疼痛和红肿,通常发生在手术后 1-2 wk<sup>[2,12]</sup>。如果不进行治疗,眼内炎都会对患者的视力和视功能造成严重损害,并可能会在出现症状的几个小时到几天内导致发生感染的眼睛不可逆的失明<sup>[3]</sup>。临床上使用病原菌培养的方法诊断眼内炎,由于其检出率低,培养时间长使得基于这种方法诊断的临床价值不高<sup>[13]</sup>。因此,寻找用于诊断白内障术后发生眼内炎的特异性指标早期预防眼内炎的发生,对于提高白内障患者治疗效果,评估患者手术后的临床预后情况具有重要意义。

TREM-1 是一种糖蛋白,存在于中性粒细胞、成熟单核细胞和巨噬细胞表面,TREM-1 有两种形式:细胞膜结合型和可溶性型,在机体感染过程中,这种糖蛋白参与了炎症免疫反应的信号传递<sup>[14]</sup>。研究发现,TREM-1 表达水平升高与相关细胞因子和炎症介质的释放具有紧密的联系,在感染引起的急性炎症反应中,可溶性 TREM-1 会被释放到血液或体液中,并结合细菌细胞壁上的多糖,二者协同作用,进一步促进机体释放大量的炎症因子<sup>[5,15-16]</sup>。张婧等<sup>[17]</sup>的研究结果发现,慢性牙周炎患者的 TREM-1 表达水平显著升高,且随着患者病情程度的加重,TREM-1 表达水平逐渐升高,TREM-1 可作为评估慢性牙周炎患者病情的有效指标。这与本研究结果一致,眼内炎组血清 TREM-1 表达水平显著高于非眼内炎组,且血清 TREM-1 是导致白内障患者术后发生眼内炎的危险因素,提示血清 TREM-1 参与了眼内炎的发生,究其原因,这可能是由于 TREM-1 可以促进机体炎症因子的表达和释放,进一步加剧炎症反应。ROC 曲线提示血清 TREM-1 是早期诊断白内障术后眼内炎的有效指标,TREM-1 水平与白内障患者预后情况具有明显关联。

MMPs 是一个锌酶家族,负责正常发育过程中细胞外基质蛋白的降解和重塑,如炎症和肿瘤侵袭等病理过程中的器官形态形成和血管生成<sup>[18]</sup>。MMP-9 似乎是 MMPs 中参与破骨细胞侵袭活动的主要调节因子,MMP-9 主要由中性粒细胞和巨噬细胞分泌,其可介导促炎细胞向炎症区的募集<sup>[6,19]</sup>,调节组织和疾病的炎症发展<sup>[7]</sup>。研究表明,MMP-9 的过度表达减少了破骨细胞的形成,并抑制了促炎细胞因子的分泌<sup>[20]</sup>。谢栩硕等<sup>[21]</sup>研究发现了急性胰腺炎继发感染者血清 MMP-9 水平显著高于未感染者,且 MMP-9 水平与急性胰腺炎继发感染的发生和器官功能衰竭有密切关系。调控 MMPs/TIMPs 相关蛋白 MMP-9 等表达可参与血-视网膜屏障模型的基底膜重塑过程,帮助缓解基底膜损伤,改善视网膜功能<sup>[22]</sup>。但目前 MMP-9 与白内障术后眼内炎关系的相关研究较少。本研究中,与非眼内炎组相比,眼内炎组血清 MMP-9 表达水平显著升高,且血清 MMP-9 表达水平升高是导致白内障患者术后发生眼内炎的危险因素。提示 MMP-9 水平与眼内炎的发生和发展密切相关,这可能是由于机体发生炎症反应后,病原体会诱导产生大量的细胞因子,并诱导 MMP-9 表达量增高,MMP-9 表达水平升高进一步促进炎症反应加剧。本研究中,眼内炎组血清炎症因子 IL-1 $\beta$ 、IL-17、TNF- $\alpha$  表达水平均显著高于非眼内炎组,表明眼内炎发生与炎症密切相关。TREM-1 与 MMP-9 呈正相关,推测两者可能共同通过某种机制调控炎症,从而参与白内障术后眼内炎的发展。ROC 曲线提示利用血清 MMP-9 诊断白内障术后眼内炎具有较高的临床价值,但血清 TREM-1 和 MMP-9 二者联合应用诊断的临床效能优于其单独检测,提示临床上密切监测患者术后血清 TREM-1 和 MMP-9 水平有助于早期发现眼内炎并尽早治疗,提高患者生活质量。

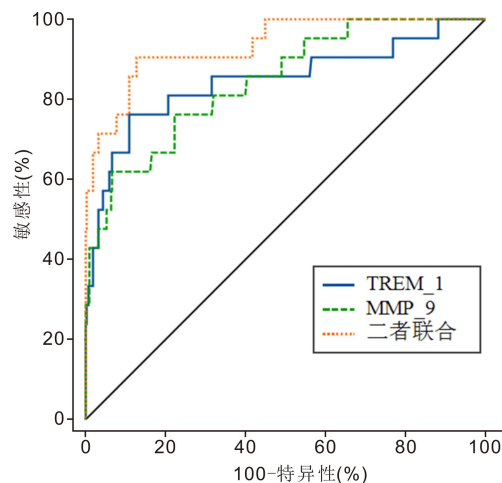


图 2 ROC 曲线评估血清 TREM-1 和 MMP-9 水平早期诊断白内障患者术后眼内炎的临床价值。

表 4 血清 TREM-1 和 MMP-9 水平诊断白内障术后眼内炎的临床价值

变量	AUC	截断值	95%CI	敏感性 (%)	特异性 (%)	约登指数
TREM-1	0.845	15.40 ng/L	0.798-0.885	76.19	89.06	0.653
MMP-9	0.844	24.82 ng/mL	0.797-0.884	61.90	93.21	0.551
二者联合	0.935	-	0.899-0.960	90.48	87.17	0.777

综上所述,白内障术后眼内炎患者血清 TREM-1 和 MMP-9 水平异常升高,且二者联合诊断眼内炎的临床应用价值较高,TREM-1 和 MMP-9 可能成为白内障术后眼内炎的潜在标志物。本研究为单中心样本,未动态监测指标变化,后续将继续分析。此外,TREM-1 和 MMP-9 对白内障术后眼内炎的作用机制尚不明确,还需进一步探讨。

**利益冲突声明:**本文不存在利益冲突。

**作者贡献声明:**阎晓庆、庞星宇论文选题与修改,初稿撰写,文献检索,数据分析;郝莉莉选题指导,论文修改。所有作者阅读并同意最终的文本。

#### 参考文献

[1] Guo HX, Xie RT, Wang Y, et al. Timely vitrectomy without intraocular lens removal for acute endophthalmitis after cataract surgery. *Int J Ophthalmol*, 2022,15(6):1011-1014.

[2] Wadbudhe AM, Tidke SC, Tidake PK. Endophthalmitis after cataract surgery: a postoperative complication. *Cureus*, 2022,14(10):e30110-e30116.

[3] 周太星. 白内障超声乳化摘除联合人工晶状体植入术后感染性眼内炎的相关因素分析. *实用防盲技术*, 2022,17(1):20-23,16.

[4] 温凯,孙靖. 白内障术后急性感染性眼内炎的临床特征. *眼科新进展*, 2019,39(1):79-81.

[5] Tornai D, Vitalis Z, Jonas A, et al. Increased sTREM-1 levels identify cirrhotic patients with bacterial infection and predict their 90-day mortality. *Clin Res Hepatol Gastroenterol*, 2021,45(5):101579.

[6] 徐迎春,李北方,张志刚. MMP9 及 TIMP1 在小儿病毒性脑炎及细菌性脑膜炎鉴别诊断中的价值. *医学理论与实践*, 2022,35(2):191-194.

[7] 吴冰,孙圆满,姜红梅,等. CEA、VEGF、MMP-9 表达与肺癌并发肺部感染的相关性. *中华医院感染学杂志*, 2023,33(2):181-184.

[8] Olson RJ, Braga-Mele R, Chen SH, et al. Cataract in the adult eye preferred practice pattern®. *Ophthalmology*, 2017,124(2):1-119.

[9] 中华医学会眼科学分会白内障与人工晶状体学组. 我国白内障术后急性细菌性眼内炎治疗专家共识(2010年). *中华眼科杂志*, 2010,46(8):764-766.

[10] Cicinelli MV, Buchan JC, Nicholson M, et al. Cataracts. *Lancet*, 2023,401(10374):377-389.

[11] 冯冬玲,丁向英,王小艳,等. 白内障超声乳化术后感染性眼内炎的危险因素分析. *宁夏医学杂志*, 2023,45(7):659-662.

[12] Althiabi S, Aljbreen AJ, Alshutily A, et al. Postoperative endophthalmitis after cataract surgery: an update. *Cureus*, 2022,14(2):e22003.

[13] 江立. 血清 sTREM-1、sCD14 和 PCT 水平对白内障术后患者眼内炎及前房积液的诊断价值. *检验医学与临床*, 2022,19(16):2215-2219.

[14] Stelmasiak M, Słotwiński R. Infection-induced innate antimicrobial response disorders: from signaling pathways and their modulation to selected biomarkers. *Cent Eur J Immunol*, 2020,45(1):104-116.

[15] 尧娟,朱俊臣,彭丽媛,等. TREM-1 基因多态性与重症急性胰腺炎腹腔感染及其预后的关联. *中华医院感染学杂志*, 2023,33(4):567-572.

[16] 吴坤武,张飏,符厚萱,等. 血清 TGF-β1、sTREM-1 表达与重症肺炎伴急性呼吸窘迫综合征患者预后的关系. *中华保健医学杂志*, 2022,24(5):402-404.

[17] 张婧,汪静. 慢性牙周炎患者龈沟液 LF、Shh 蛋白、TREM-1 水平与牙周临床指标和炎性因子的相关性研究. *检验医学与临床*, 2023,20(13):1859-1863.

[18] 韩丽娜,孙楠,王珊,等. 血小板输注对晚期肺癌患者血清中 MMP-9、MMP-2 及 VEGF 水平的影响. *河北医科大学学报*, 2020,41(6):676-679.

[19] Zhang HZ, Liu LS, Jiang CM, et al. MMP9 protects against LPS-induced inflammation in osteoblasts. *Innate Immun*, 2020,26(4):259-269.

[20] Guo J, Zeng XM, Miao J, et al. MiRNA-218 regulates osteoclast differentiation and inflammation response in periodontitis rats through MMP9. *Cell Microbiol*, 2019,21(4):e12979.

[21] 谢栩硕,朱汉平,彭亮,等. 急性胰腺炎患者血清 Toll 样受体 9 和基质金属蛋白酶-9 与继发感染及器官功能衰竭的相关性. *中华实用诊断与治疗杂志*, 2021,35(3):276-279.

[22] 赖思艺,邱心悦,何建忠,等. 益景汤调控 MMPs/TIMPs 相关分子拮抗高糖诱导的 iBRB 模型基底膜损害. *国际眼科杂志*, 2024,24(9):1387-1391.