

• 论 著 • DOI:10.3969/j.issn.1672-9455.2025.23.016

血清 TSP-1、MCP-1、PDGF 水平在原发性青光眼诊断及病情评估中的应用价值*

郑贵倩¹, 张高波^{2△}, 马 可¹, 徐 森¹, 朱华清¹, 陶 梦¹

1. 中国人民解放军联勤保障部队第九〇四医院眼科, 江苏无锡 214101; 2. 四川省攀枝花市中心医院眼科, 四川攀枝花 617067

摘 要:目的 探讨血清血小板反应性蛋白-1(TSP-1)、单核细胞趋化蛋白-1(MCP-1)、血小板源性生长因子(PDGF)水平在原发性青光眼诊断及病情评估中的应用价值。方法 选取 2021 年 6 月至 2024 年 6 月中国人民解放军联勤保障部队第九〇四医院收治的 140 例原发性青光眼患者作为研究组。根据平均缺损值(MD)大小将患者视神经损伤程度划分为轻度组、中度组、重度组。另选取同期 140 例在中国人民解放军联勤保障部队第九〇四医院体检的健康志愿者作为对照组。采用酶联免疫吸附试验检测所有研究对象血清 TSP-1、MCP-1、PDGF 水平;采用多因素 Logistic 回归分析原发性青光眼病情中重度的影响因素;绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析血清 TSP-1、MCP-1、PDGF 单独及联合检测对原发性青光眼发生的诊断价值及对青光眼病情严重程度的预测价值。结果 研究组血清 TSP-1 水平低于对照组, MCP-1、PDGF 水平均高于对照组, 差异均有统计学意义($P<0.05$)。ROC 曲线分析结果显示, 血清 TSP-1、MCP-1、PDGF 诊断原发性青光眼的曲线下面积(AUC)分别为 0.820、0.763、0.781。三者联合诊断原发性青光眼的 AUC 为 0.906, 大于三者单独检测的 AUC($Z=3.294, 4.156, 3.795, P<0.05$)。轻度组血清 TSP-1 水平高于中度组与重度组, 且中度组血清 TSP-1 水平高于重度组;轻度组血清 MCP-1、PDGF 水平均低于中度组与重度组, 且中度组血清 MCP-1、PDGF 水平均低于重度组, 差异均有统计学意义($P<0.05$)。多因素 Logistic 回归分析结果显示, 血清 TSP-1 水平升高是原发性青光眼病情中重度的保护因素, 血清 MCP-1、PDGF 水平升高是原发性青光眼病情中重度的危险因素($P<0.05$)。ROC 曲线分析结果显示, 血清 TSP-1、MCP-1、PDGF 单独预测原发性青光眼病情为中重度的 AUC 为 0.731、0.832、0.852。三者联合预测原发性青光眼病情为中重度的 AUC 为 0.956, 大于三者单独检测的 AUC($Z=4.236, 3.318, 3.119, P<0.05$)。结论 原发性青光眼患者血清 TSP-1 表达降低, MCP-1、PDGF 水平升高, 三者联合检测对原发性青光眼诊断和病情评估的价值较高。

关键词: 血小板反应性蛋白-1; 单核细胞趋化蛋白-1; 血小板源性生长因子; 原发性青光眼; 诊断价值
中图法分类号: R775.2; R972 文献标志码: A 文章编号: 1672-9455(2025)23-3253-06

Application value of serum TSP-1, MCP-1 and PDGF levels in the diagnosis and disease assessment of primary glaucoma*

ZHENG Guiqian¹, ZHANG Gaobo^{2△}, MA Ke¹, XU Miao¹, ZHU Huaqing¹, TAO Meng¹

1. Department of Ophthalmology, the 904th Hospital of Joint Logistic Support Force of Chinese People's Liberation Army, Wuxi, Jiangsu 214101, China; 2. Department of Ophthalmology, Sichuan Panzhihua Central Hospital, Panzhihua, Sichuan 617067, China

Abstract: Objective To investigate the application value of serum platelet reactive protein-1 (TSP-1), monocyte chemoattractant protein-1 (MCP-1) and platelet-derived growth factor (PDGF) levels in the diagnosis and disease evaluation of primary glaucoma. **Methods** A total of 140 patients with primary glaucoma admitted to the 904th Hospital of the Joint Logistics Support Force of the Chinese People's Liberation Army from June 2021 to June 2024 were selected as the study group. The degree of optic nerve damage was divided into mild group, moderate group and severe group according to the size of the mean defect (MD). At the same time, 140 healthy volunteers who underwent physical examination in the 904th Hospital of the Joint Logistic

* 基金项目: 江苏省宿迁市指导性科技计划项目(Z2020033)。

作者简介: 郑贵倩, 女, 医师, 主要从事眼视光学及白内障的机制学方面的研究。△ 通信作者, E-mail: zhanggaobod@163.com。

引用格式: 郑贵倩, 张高波, 马可, 等. 血清 TSP-1、MCP-1、PDGF 水平在原发性青光眼诊断及病情评估中的应用价值[J]. 检验医学与临床, 2025, 22(23): 3253-3258.

Support Force of the Chinese People's Liberation Army were selected as the control group. Enzyme-linked immunosorbent assay was used to detect the serum levels of TSP-1, MCP-1 and PDGF in all subjects. Multivariate Logistic regression was used to analyze the influencing factors of moderate to severe primary glaucoma. The receiver operating characteristic (ROC) curve was drawn to analyze the diagnostic value of serum TSP-1, MCP-1 and PDGF alone and combined detection for primary glaucoma and the predictive value for the severity of glaucoma. **Results** The serum level of TSP-1 in the study group was lower than that in the control group, and the levels of MCP-1 and PDGF were higher than those in the control group, and the differences were statistically significant ($P<0.05$). ROC curve analysis showed that the area under the curve (AUC) of serum TSP-1, MCP-1 and PDGF for the diagnosis of primary glaucoma was 0.820, 0.763 and 0.781 respectively. The AUC of the combined detection of the three markers for primary glaucoma was 0.906, which was greater than the AUC of the three markers alone ($Z=3.294, 4.156, 3.795, P<0.05$). The serum level of TSP-1 in the mild group was higher than that in the moderate and severe groups, and the serum level of TSP-1 in the moderate group was higher than that in the severe group. The serum levels of MCP-1 and PDGF in the mild group were lower than those in the moderate and severe groups, and the serum levels of MCP-1 and PDGF in the moderate group were lower than those in the severe group, and the differences were statistically significant ($P<0.05$). Multivariate Logistic regression analysis showed that increased serum TSP-1 level was a protective factor for moderate to severe primary glaucoma, and increased serum MCP-1 and PDGF levels were risk factors for moderate to severe primary glaucoma ($P<0.05$). ROC curve analysis showed that the AUC of serum TSP-1, MCP-1 and PDGF in predicting moderate to severe primary glaucoma was 0.731, 0.832 and 0.852 respectively. The AUC of the combined detection of the three markers for predicting moderate to severe primary glaucoma was 0.956, which was greater than the AUC of the three markers alone ($Z=4.236, 3.318, 3.119, P<0.05$). **Conclusion** The expression of serum TSP-1 in patients with primary glaucoma is decreased, and the levels of MCP-1 and PDGF are increased. The combined detection of the three has a higher value in the diagnosis and disease evaluation of primary glaucoma.

Key words: platelet reactivity protein-1; monocyte chemoattractant protein-1; platelet-derived growth factor; primary glaucoma; diagnostic value

原发性青光眼是发生不可逆视神经萎缩从而导致视野缺损的慢性疾病,其特点是视网膜中负责视觉传导的神经节细胞及视神经纤维的逐渐退化和减少,最终引发患者视野范围逐渐缩小甚至丧失^[1-3]。作为一种全球范围内常见的致盲性眼病,据相关报道,全球 40%~80% 的人群中,原发性青光眼患病率高达 3.54%,预计 2020 年患病人数将增加至约 1.12 亿^[4-5]。目前,传统诊断方法多依赖于临床症状和影像学检查,缺乏特异度和灵敏度,因此,早期诊断与病情评估对于减缓原发性青光眼疾病进展、保护患者视力至关重要^[6]。近年来,血清相关因子水平逐渐成为研究热点,为原发性青光眼的诊断提供新的思路^[7-8]。血小板反应性蛋白-1(TSP-1)是一种多功能的基质细胞蛋白,在血管稳态与修复过程中发挥重要调节作用^[9]。有研究报道,TSP-1 在糖尿病视网膜病变(DR)患者血清中低表达,进而促进视网膜内皮细胞的异常增殖^[10]。单核细胞趋化蛋白-1(MCP-1)作为趋化因子家族中的一员,能够有效招募并激活单核细胞、巨噬细胞等免疫细胞至炎症部位,从而促进炎症反应进行^[11]。丁瑞东等^[12]研究表明,MCP-1 在视网膜病变(ROP)患者血清中水平上升,通过调控免疫反

应和血管生成参与 ROP 的发生。血小板源性生长因子(PDGF)是一种由血小板和巨噬细胞释放的关键性肽类生长因子,其高水平表达往往与多种眼部疾病的进展密切相关^[13]。根据 TSP-1、MCP-1 和 PDGF 在其他疾病(如糖尿病视网膜病变、心血管疾病等)的相关作用,推测在原发性青光眼病情进展中也发挥一定的作用,但目前临床关于 TSP-1、MCP-1、PDGF 在原发性青光眼诊断及病情评估中的研究较少见。鉴于此,本研究探讨了 TSP-1、MCP-1、PDGF 水平在原发性青光眼诊断及病情评估中的价值,以期为临床治疗原发性青光眼提供参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2021 年 6 月至 2024 年 6 月中国人民解放军联勤保障部队第九〇四医院收治的 140 例原发性青光眼患者作为研究组。纳入标准:(1)符合《我国原发性青光眼诊断和治疗专家共识(2014 年)》^[14]中原发性青光眼诊断标准,房角镜检查显示房角开放者;(2)近 1 个月内无滴眼液使用史和眼内手术史的患者;(3)临床资料完整,非急性病症;(4)年龄≥18 岁,精神正常,无言语功能障碍;(5)眼压>21 mmHg,青光眼性视野缺损,视盘改变(双眼杯盘比差

值 ≥ 0.2)。排除标准:(1)糖尿病、外伤和类固醇诱导的继发性青光眼患者;(2)合并其他视神经病变者(感染、炎症、脑膜疾病、缺血性疾病、压迫性病变);(3)合并肾脏、心脏、肝脏等重要脏器功能损害者;(4)合并全身性疾病者,如高血压、心脏病、甲状腺疾病(甲状腺功能亢进或甲状腺功能减退)、自身免疫性疾病、血液系统疾病。另选取同期 140 例在中国人民解放军联勤保障部队第九〇四医院体检的健康志愿者作为对照组。所有研究对象及其亲属均知情同意本研究并签署知情同意书。本研究通过本院医学伦理委员会审核批准(SQ2021ky01)。

1.2 方法

1.2.1 基线资料收集 收集所有研究对象的基线资料资料,包括性别、年龄、体质量指数(BMI)、有无吸烟史、有无饮酒史、舒张压、收缩压等。

1.2.2 血清 TSP-1、MCP-1、PDGF 水平检测 分别采集患者入组第 2 天、健康者体检当天清晨空腹肘静脉血 3 mL,在 4℃下以 2 500 r/min 离心 15 min,分离血清,置于一80℃样品箱保存。分别采用 TSP-1 酶联免疫吸附试验(ELISA)试剂盒(武汉福来德生物科技有限公司,货号:FLD711220)、MCP-1 ELISA 试剂盒(武汉菲越生物科技有限公司,货号:FY-EH8858)、PDGF ELISA 试剂盒(武汉维克赛思科技有限公司,货号:EF000111)检测 TSP-1、MCP-1、PDGF 水平,所有操作均严格遵循试剂盒说明书进行。将 ELISA 试剂盒放置室温 0.5 h,配置并稀释标准品、洗涤液、样本,设置空白、标准、样本孔进行加样,室温孵育 2 h,加洗涤液,重复 3~4 次,再加酶,室

温避光孵育 0.5 h,洗板 3~4 次,加显色剂孵育 15 min 后,加入停止液终止反应,10 min 内利用酶标仪多次重复检测待测样品的 OD450 值,绘制标准曲线计算 TSP-1、MCP-1、PDGF 水平。

1.2.3 病情评估分组 对所有原发性青光眼患者实施视野检测,检测采用 HFA 视野仪,测定完成后系统自动汇总数据,并计算平均缺损值(MD),根据患者视野 MD 评估视神经损伤程度,将所有患者分为轻度组(MD<-6 dB)、中度组(-6 dB $\leq$ MD<-12 dB)、重度组(MD $\geq$ -12 dB)。

1.3 统计学处理 采用 SPSS25.0 统计软件进行数据处理与统计分析。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。采用多因素 Logistic 回归分析原发性青光眼病情中重度的影响因素;绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析血清 TSP-1、MCP-1、PDGF 单独及联合检测对原发性青光眼发生的诊断价值及对及青光眼病情严重程度的预测价值。计数资料以例数或百分率表示,组间比较采用 χ^2 检验。以 *P*<0.05 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 对照组与研究组基线资料比较 对照组与研究组性别、年龄、BMI、有吸烟史、有饮酒史、舒张压、收缩压比较,差异均无统计学意义(*P*>0.05)。见表 1。

2.2 研究组与对照组血清 TSP-1、MCP-1、PDGF 水平比较 研究组血清 TSP-1 水平低于对照组,MCP-1、PDGF 水平均高于对照组,差异均有统计学意义(*P*<0.05)。见表 2。

表 1 对照组与研究组基线资料比较[n/n 或 $\bar{x}\pm s$ 或 *n*(%)]

组别	<i>n</i>	男/女	年龄(岁)	BMI(kg/m ²)	有吸烟史	有饮酒史	舒张压(mmHg)	收缩压(mmHg)
对照组	140	72/68	53.49 $\pm$ 6.52	23.42 $\pm$ 3.61	39(27.86)	52(37.14)	85.98 $\pm$ 10.37	132.90 $\pm$ 15.42
研究组	140	79/61	53.67 $\pm$ 6.92	23.50 $\pm$ 3.97	40(28.57)	49(35.00)	85.86 $\pm$ 10.42	132.97 $\pm$ 15.64
χ^2/t		0.704	-0.224	-0.176	0.018	0.139	0.097	-0.038
<i>P</i>		0.401	0.823	0.860	0.894	0.709	0.923	0.970

表 2 研究组与对照组血清 TSP-1、MCP-1、PDGF 水平比较($\bar{x}\pm s$)

组别	<i>n</i>	TSP-1(ng/L)	MCP-1(pg/mL)	PDGF(ng/L)
对照组	140	113.52 $\pm$ 28.67	75.42 $\pm$ 17.56	21.74 $\pm$ 7.02
研究组	140	87.28 $\pm$ 20.42	98.21 $\pm$ 24.01	30.92 $\pm$ 9.58
<i>t</i>		8.821	-9.065	-9.146
<i>P</i>		<0.001	<0.001	<0.001

2.3 血清 TSP-1、MCP-1、PDGF 单独及联合检测对原发性青光眼的诊断价值 以是否发生原发性青光眼(否=0,是=1)作为状态变量,血清 TSP-1、MCP-1、PDGF 水平作为检验变量,进行 ROC 曲线分析,结

果显示,血清 TSP-1、MCP-1、PDGF 诊断原发性青光眼的曲线下面积(AUC)分别为 0.820、0.763、0.781。三者联合诊断原发性青光眼的 AUC 为 0.906,大于三者单独检测的 AUC(*Z*=3.294、4.156、3.795,*P*<0.05)。见表 3 和图 1。

2.4 轻度组、中度组、重度组基线资料及血清 TSP-1、MCP-1、PDGF 水平比较 轻度组 32 例,中度组 35 例,重度组 27 例。轻度组、中度组、重度组性别、年龄、BMI、有吸烟史、有饮酒史、舒张压、收缩压比较,差异均无统计学意义(*P*>0.05)。轻度组血清 TSP-1 水平高于中度组与重度组,且中度组血清 TSP-1 水平高于重度组;轻度组血清 MCP-1、PDGF 水平均低于中

度组与重度组,且中度组血清 MCP-1、PDGF 水平均低于重度组,差异均有统计学意义($P<0.05$)。见表 4。

表 3 血清 TSP-1、MCP-1、PDGF 单独及联合检测对原发性青光眼的诊断价值

变量	AUC	AUC 的 95%CI	灵敏度(%)	特异度(%)	约登指数	最佳截断值	P
TSP-1	0.820	0.757~0.873	75.53	77.78	0.533	102.76 ng/L	<0.05
MCP-1	0.763	0.695~0.823	62.77	83.33	0.461	91.31 pg/mL	<0.05
PDGF	0.781	0.714~0.838	60.64	87.78	0.484	28.99 ng/L	<0.05
三者联合	0.906	0.854~0.944	86.17	84.44	0.706	—	<0.05

注:—表示无数据。

表 4 轻度组、中度组、重度组基线资料及血清 TSP-1、MCP-1、PDGF 水平比较[n/n 或 $\bar{x}\pm s$ 或 $n(\%)$]

组别	n	男/女	年龄(岁)	BMI(kg/m ²)	有吸烟史	有饮酒史
轻度组	47	26/21	53.59±6.16	23.49±3.25	13(27.66)	16(34.04)
中度组	52	27/21	53.75±6.82	23.53±4.01	12(23.08)	14(26.92)
重度组	41	26/19	53.67±7.01	23.48±3.92	15(36.59)	19(46.34)
χ^2/F	0.759		0.007	0.002	2.079	3.828
P	0.684		0.993	0.998	0.354	0.147

组别	n	舒张压(mmHg)	收缩压(mmHg)	TSP-1(ng/L)	MCP-1(pg/mL)	PDGF(ng/L)
轻度组	47	85.79±9.52	132.90±14.59	104.59±24.15	80.74±10.34	23.55±7.06
中度组	52	85.89±10.01	132.99±15.04	86.79±18.23 ^a	98.53±22.61 ^a	30.41±9.12 ^a
重度组	41	85.91±9.97	133.01±16.04	67.41±15.92 ^{ab}	118.49±26.87 ^{ab}	40.32±11.99 ^{ab}
χ^2/F	0.002		0.001	38.468	35.705	34.504
P	0.998		0.999	<0.001	<0.001	<0.001

注:与轻度组比较,^a $P<0.05$;与中度组比较,^b $P<0.05$ 。

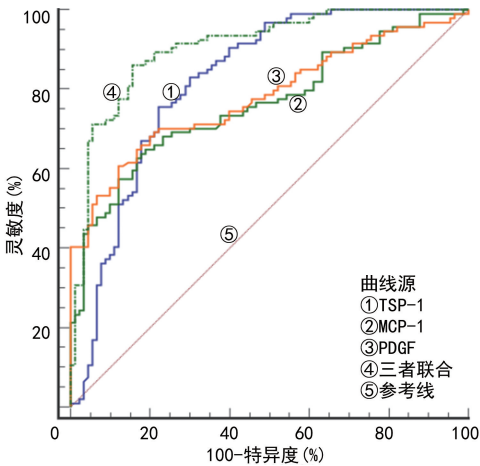


图 1 血清 TSP-1、MCP-1、PDGF 单独及联合检测诊断原发性青光眼的 ROC 曲线

2.5 多因素 Logistic 回归分析原发性青光眼病情中重度的影响因素 以病情严重程度(轻度=0,中重

度=1)为因变量,以血清 TSP-1、MCP-1、PDGF 水平为自变量(均以原值输入)进行多因素 Logistic 回归分析。结果显示,血清 TSP-1 水平升高是原发性青光眼病情中重度的保护因素,血清 MCP-1、PDGF 水平升高是原发性青光眼病情中重度的危险因素($P<0.05$)。见表 5。

2.6 血清 TSP-1、MCP-1、PDGF 单独及联合检测对原发性青光眼严重程度的预测价值 以原发性青光眼病情严重程度(轻度=0,中重度=1)作为状态变量,血清 TSP-1、MCP-1、PDGF 水平作为检验变量进行 ROC 曲线分析。结果显示,血清 TSP-1、MCP-1、PDGF 单独预测原发性青光眼病情为中重度的 AUC 为 0.731、0.832、0.852。三者联合预测原发性青光眼病情为中重度的 AUC 为 0.956,大于三者单独检测的 AUC($Z=4.236, 3.318, 3.119, P<0.05$)。见表 6、图 2。

表 5 多因素 Logistic 回归分析原发性青光眼病情中重度的影响因素

变量	β	SE	Wald χ^2	P	OR	OR 的 95%CI
TSP-1	-0.660	0.213	9.593	0.002	0.517	0.341~0.785
MCP-1	0.701	0.197	12.648	0.000	2.016	1.370~2.965
PDGF	0.553	0.172	10.349	0.001	1.738	1.241~2.436

表 6 血清 TSP-1、MCP-1、PDGF 单独及联合检测对原发性青光眼严重程度的预测价值

变量	AUC	AUC 的 95%CI	灵敏度(%)	特异度(%)	约登指数	最佳截断值	P
TSP-1	0.731	0.630~0.818	75.81	65.62	0.414	95.89 ng/L	<0.05
MCP-1	0.832	0.740~0.901	59.68	96.87	0.566	104.7 pg/mL	<0.05
PDGF	0.852	0.764~0.917	69.35	96.87	0.662	30.61 ng/L	<0.05
三者联合	0.956	0.892~0.987	90.32	87.50	0.778	—	<0.05

注：—表示无数据。

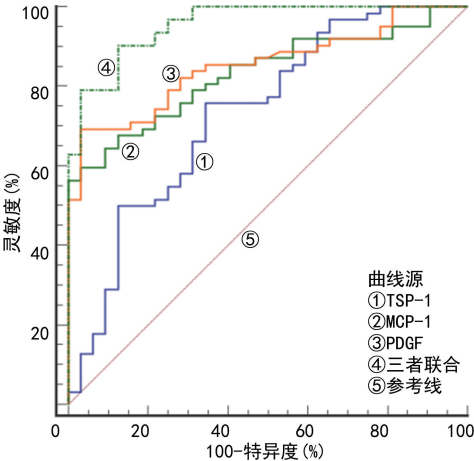


图 2 血清 TSP-1、MCP-1、PDGF 单独及联合检测预测原发性青光眼严重程度的 ROC 曲线

3 讨 论

原发性青光眼作为一种复杂的眼科疾病,若不及时治疗会导致不可逆的视野丧失,甚至发展至失明^[15-17]。越来越多的研究表明,炎症反应、血管生成及神经保护机制在青光眼的发病机制中扮演重要角色^[18-20]。本研究检测原发性青光眼患者血清中 TSP-1、MCP-1、PDGF 的水平,探讨三者在原发性青光眼诊断及病情评估中的应用价值。

TSP-1 是一种在凝血酶刺激下,从血小板 α 颗粒中释放的特定蛋白质^[21]。TSP-1 功能多样,不仅参与血管生成的调控,还通过抑制内皮细胞增殖和迁移,发挥抗血管生成作用^[22]。刘润华^[23]研究发现,TSP-1 在 DR 患者体内表达水平较低,通过抑制视网膜新血管的生成促进内皮细胞的增殖,从而在病变过程中发挥作用。本研究结果显示,与对照组相比,研究组血清 TSP-1 水平降低,且随着病情严重程度的增加,TSP-1 水平进一步下降。推测在青光眼中, TSP-1 水平的降低可能反映视网膜及视神经微环境的改变,如血管生成因子的上调和血管稳定性的失衡。提示 TSP-1 水平降低可能作为原发性青光眼的一个保护性因素,其水平下降可能加速疾病的进展。MCP-1 在胰岛素抵抗及糖尿病并发症(糖尿病肾病与视网膜病变)中扮演重要角色^[24-25]。多种视网膜内常驻细胞(内皮细胞、Muller 细胞以及小胶质细胞)通过分泌 MCP-1 促进玻璃体及房水区域的炎症反应^[26]。因此,调控 MCP-1 水平成为研究眼部疾病治疗策略的一个重要方向。有研究观察到,在新生血管性青光眼

患者接受玻璃体切除术后,其血清中 MCP-1 水平呈现下降趋势^[27-28]。与既往研究相似,本研究观察到原发性青光眼患者血清 MCP-1 水平升高,且与病情严重程度呈正相关。提示 MCP-1 的高表达可能促进视网膜及视神经的炎症反应,导致组织损伤和视神经功能障碍,进一步证实炎症反应在青光眼发病中的关键作用。PDGF 作为一种强效的促血管生成因子,可能作为房水蛋白标志物参与青光眼疾病发生^[29]。贺丹等^[30]指出,年龄相关性白内障患者血清 PDGF 水平上升,可作为评估患者预后的关键因素。本研究结果显示,原发性青光眼患者血清 PDGF 水平升高,且随着病情严重程度的增加而升高。提示 PDGF 通过促进血管内皮细胞的增殖、迁移和血管生成,参与青光眼患者眼内新生血管的形成过程。因此,PDGF 的高表达可能是青光眼病情恶化的重要因素之一。

多因素 Logistic 回归分析结果显示,血清 TSP-1、MCP-1、PDGF 是影响原发性青光眼病情进展的重要因素,提示三者有望成为评估原发性青光眼病情的新指标。ROC 曲线进一步分析结果显示,血清 TSP-1、MCP-1、PDGF 单独及联合检测均对原发性青光眼具有较好的诊断效能,但联合检测的 AUC 为 0.906,灵敏度为 86.17%,优于单独检测;且三者联合检测评估原发性青光眼病情严重程度的 AUC 为 0.956,灵敏度为 90.32%,同样优于单独预测。以上结果均表明联合检测能够更准确地诊断原发性青光眼并反映患者的病情状态,提高诊断的灵敏度。通过联合检测 TSP-1、MCP-1、PDGF 水平,临床医生可以更有效地识别不同病情的患者,从而制订更合适的治疗方案。

综上所述,原发性青光眼患者血清 TSP-1 水平降低,MCP-1、PDGF 水平升高,三者联合检测不仅有助于原发性青光眼的早期诊断,还能为病情评估提供有价值的参考信息。但本研究受纳入、排除标准等诸多因素限制,导致入组样本量有限,且 TSP-1、MCP-1、PDGF 在原发性青光眼中的具体作用机制仍不明确,数据具有一定局限性,无法代表全体原发性青光眼患者,后续将增加样本量,扩大地域范围,深一步进行探究。

参考文献

[1] SAKURADA Y, MABUCHI F, KASHIWAGI K. Genetics of primary open-angle glaucoma and its endopheno-

- types[J]. *Prog Brain Res*, 2020, 256(1):31-47.
- [2] 郭倩, 季瑛, 陈冰, 等. 血清脑源性神经营养因子、簇集蛋白在原发性青光眼患者中的表达水平及临床价值研究[J]. *中国医药导报*, 2025, 22(16):118-122.
- [3] SELVAN H, GUPTA S, WIGGS JL, et al. Juvenile-onset open-angle glaucoma-a clinical and genetic update [J]. *Surv Ophthalmol*, 2022, 67(4):1099-1117.
- [4] THAM Y C, LI X, WONG T Y, et al. Global prevalence of glaucoma and projections of glaucoma burden through 2040: a systematic review and Meta-analysis[J]. *Ophthalmology*, 2014, 121(11):2081-2090.
- [5] GBD 2019 Blindness and Vision Impairment Collaborators, Vision Loss Expert Group of the Global Burden of Disease Study. Causes of blindness and vision impairment in 2020 and trends over 30 years, and prevalence of avoidable blindness in relation to VISION 2020: the right to sight: an analysis for the global burden of disease study [J]. *Lancet Glob Health*, 2021, 9(2):e144-e160.
- [6] KIM Y W, LEE J, KIM J S, et al. Diagnostic accuracy of wide-field map from swept-source optical coherence tomography for primary open-angle glaucoma in myopic Eyes[J]. *Am J Ophthalmol*, 2020, 218:182-191.
- [7] 李亚楠, 贾洪强, 魏素平, 等. 原发性青光眼患者血清 STAT3 和 SMAD4 水平表达在临床早期诊断及分期中的应用价值研究[J]. *现代检验医学杂志*, 2024, 39(1):78-82.
- [8] 张宇, 赵庆一, 吴宁玲, 等. 青光眼患者小梁切除术后泪液炎症因子与术后并发症的相关性分析[J]. *局解手术学杂志*, 2024, 33(3):247-251.
- [9] ABURIMA A, BERGER M, SPURGEON B E J, et al. Thrombospondin-1 promotes hemostasis through modulation of cAMP signaling in blood platelets [J]. *Blood*, 2021, 137(5):678-689.
- [10] 罗文强, 茹平. 血清 Gas6 和 TSP-1 水平与糖尿病视网膜病变的相关性研究[J]. *现代检验医学杂志*, 2020, 35(1):71-74.
- [11] LIU Y, XU K, XIANG Y, et al. Role of MCP-1 as an inflammatory biomarker in nephropathy[J]. *Front Immunol*, 2024, 14:1303076.
- [12] 丁瑞东, 刘文强, 李聪, 等. 血清 MCP-1 及 ICAM-1 对早产儿视网膜病变的早期预测价值[J]. *眼科新进展*, 2023, 43(8):633-637.
- [13] ZHANG J N, LI W H, XIONG Z, et al. PDGF-D-induced immunoproteasome activation and cell-cell interactions [J]. *Comput Struct Biotechnol J*, 2023, 21:2405-2418.
- [14] 中华医学会眼科学分会青光眼学组. 我国原发性青光眼诊断和治疗专家共识(2014 年)[J]. *中华眼科杂志*, 2014(5):382-383.
- [15] REIS T F, PAULA J S, FURTADO J M. Primary glaucomas in adults: epidemiology and public health-a review [J]. *Clin Exp Ophthalmol*, 2022, 50(2):128-142.
- [16] 李忠庆, 张风禄. 血清 PEDF 和 FGF19 及 β -EP 诊断原发性青光眼及评估严重程度的应用价值[J]. *国际眼科杂志*, 2021, 21(9):1593-1596.
- [17] CHENG K, QUAN F, DAI L, et al. Associations between serum neuropeptide Y levels and anxiety, depression, and quality of life in Chinese patients with primary glaucoma [J]. *BMC Ophthalmol*, 2025, 25(1):448.
- [18] 李宁, 杨清清. 血清 Klotho、SDF-1 在 POAG 患者中的水平及意义[J]. *检验医学与临床*, 2024, 21(3):313-316.
- [19] MURPHY-ULLRICH J E. Thrombospondin-1 signaling through the calreticulin/LDL receptor related protein 1 axis: functions and possible roles in glaucoma[J]. *Front Cell Dev Biol*, 2022, 10:898772.
- [20] PETRITI B, WILLIAMS P A, LASCARATOS G, et al. Neuroprotection in glaucoma: NAD⁺/NADH redox state as a potential biomarker and therapeutic target[J]. *Cells*, 2021, 10(6):1402.
- [21] MURPHY-ULLRICH J E. Thrombospondin 1 and its diverse roles as a regulator of extracellular matrix in fibrotic disease[J]. *J Histochem Cytochem*, 2019, 67(9):683-699.
- [22] WANG F, LIU YH, ZHANG T, et al. Blockade of TSP-1/CD47 signal axis promotes donor hematopoietic engraftment by improving SEC/MK niche function [J]. *iScience*, 2025, 28(3):111952.
- [23] 刘润华. 眼底照相在 DR 早期诊断中的价值以及血清 VEGF、TSP-1 水平及意义[J]. *湖北民族大学学报(医学版)*, 2023, 40(1):97-98.
- [24] SINGH S, ANSHITA D, RAVICHANDIRAN V. MCP-1: function, regulation, and involvement in disease[J]. *Int Immunopharmacol*, 2021, 101(Pt B):107598.
- [25] 寿先进, 王念华, 吴玉彩. 血清 IL-10、MCP-1 与糖尿病肾病维持性血液透析患者感染的相关性[J]. *河南医学研究*, 2025, 34(15):2787-2790.
- [26] TAGHAVI Y, HASSANSHAHI G, KOUNIS N G, et al. Monocyte chemoattractant protein-1 (MCP-1/CCL2) in diabetic retinopathy: latest evidence and clinical considerations[J]. *J Cell Commun Signal*, 2019, 13(4):451-462.
- [27] BIAN J, DAI W, LIU D. The effect of leizumab on serum vascular endothelial growth factor, IL-6, MCP-1 inflammatory factors in neovascular glaucoma[J]. *Eur J Ophthalmol*, 2024, 34(6):1819-1827.
- [28] JU H H, LEE J, KIM S K, et al. Physiological activation of liver X receptor provides protection against ocular inflammation in uveitic glaucoma[J]. *Biochim Biophys Acta Mol Basis Dis*, 2025, 1871(1):167573.
- [29] CHEN H, ZHENG G, CHEN H, et al. Evaluations of aqueous humor protein markers in different types of glaucoma[J]. *Medicine(Baltimore)*, 2022, 101(41):e31048.
- [30] 贺丹, 陈亮, 罗平. 年龄相关性白内障患者血清及房水中 PDGF、MMP-9 表达水平及意义[J]. *川北医学院学报*, 2023, 38(1):88-91.