

# 玻璃体腔注射阿柏西普联合改良激光光凝治疗糖尿病性黄斑水肿

邓琪, 吴子昊, 翟一凡, 徐佩, 张彤, 朱磊

引用: 邓琪, 吴子昊, 翟一凡, 等. 玻璃体腔注射阿柏西普联合改良激光光凝治疗糖尿病性黄斑水肿. 国际眼科杂志, 2026, 26(6):950-956.

作者单位: (723000) 中国陕西省汉中市, 通用医疗三二〇一医院眼科

作者简介: 邓琪, 本科, 住院医师, 研究方向: 眼底疾病、白内障。

通讯作者: 朱磊, 硕士, 副主任医师, 研究方向: 眼底疾病、白内障. leizhu3201@163.com

收稿日期: 2026-01-17 修回日期: 2026-04-20

## 摘要

**目的:** 探究玻璃体腔注射阿柏西普联合改良黄斑区栅格样光凝及全视网膜光凝治疗糖尿病性黄斑水肿 (DME) 的效果。

**方法:** 回顾性研究。收集 2022 年 2 月至 2025 年 2 月医院收治的 DME 患者临床资料, 根据治疗方式不同分为对照组 (采用单纯改良黄斑区栅格样光凝联合全视网膜光凝治疗) 与联合组 (在对照组基础上, 术前 3 d 行单次玻璃体腔注射阿柏西普), 所有患者治疗结束后均接受至少 6 mo 随访。比较两组手术前后最佳矫正视力及眼压、视网膜微循环指标水平变化情况, 记录两组术后并发症发生情况, 观察两组手术前后的生活质量。

**结果:** 纳入 DME 患者 300 例 300 眼, 联合组 150 例 150 眼, 男 80 例, 女 70 例, 平均年龄  $58.89 \pm 6.19$  岁; 对照组 150 例 150 眼, 男 86 例, 女 64 例, 平均年龄  $57.88 \pm 5.91$  岁。术后 1、3、6 mo, 两组最佳矫正视力 (BCVA) 均优于术前 (均  $P < 0.01$ ), 且联合组术后各时间点 BCVA 均优于对照组 ( $P < 0.001$ )。对照组术后 1 mo 眼压高于联合组 ( $P < 0.001$ ), 其余术后时间点两组间眼压比较无差异 (均  $P > 0.05$ )。术后 1、3、6 mo, 两组患眼视网膜中央动脉阻力指数 (RI) 均低于术前, 两组舒张末期血流速度 (EDV)、收缩期血流峰值 (PSV) 均高于术前 (均  $P < 0.01$ ), 两组视网膜新生血管 (RNV) 渗漏面积、黄斑中心凹旁厚度 (PMT)、黄斑中心厚度 (FMT)、中心视网膜厚度 (CRT)、中心凹无血管区面积 (FAZ) 均小于术前 (均  $P < 0.01$ ), 且联合组术后各时间点 RI 均低于对照组, 联合组术后各时间点 EDV、PSV 均高于对照组 (均  $P < 0.001$ ), 联合组术后 RNV 渗漏面积、PMT、FMT、CRT、FAZ 均小于对照组 (均  $P < 0.01$ )。术后, 两组美国国家眼科研究所视功能相关生命质量量表 (NEI-VFQ-25) 评分均升高, 且联合组高于对照组 ( $P < 0.001$ )。联合组术后黄斑水肿消除率及视力改善或不变率均高于对照组, 术后并发症发生率低于对照组 ( $P < 0.05$ )。

**结论:** 采用玻璃体腔注射阿柏西普联合改良黄斑区栅格样光凝及全视网膜光凝治疗 DME 患者的效果显著, 能促进视网膜微循环改善, 提高其视力, 并能有效稳定术后眼压,

减少术后并发症的发生, 最终提高生活质量。

**关键词:** 糖尿病性黄斑水肿; 阿柏西普; 改良黄斑区栅格样光凝联合全视网膜光凝术; 视力; 微循环

DOI: 10.3980/j.issn.1672-5123.2026.6.04

## Intravitreal Aflibercept combined with modified laser photocoagulation for diabetic macular edema

Deng Qi, Wu Zihao, Zhai Yifan, Xu Pei, Zhang Tong, Zhu Lei

Department of Ophthalmology, General Medical 3201 Hospital, Hanzhong 723000, Shaanxi Province, China

**Correspondence to:** Zhu Lei. Department of Ophthalmology, General Medical 3201 Hospital, Hanzhong 723000, Shaanxi Province, China. leizhu3201@163.com

Received: 2026-01-17 Accepted: 2026-04-20

## Abstract

• **AIM:** To explore the efficacy of intravitreal injection of aflibercept combined with modified macular grid laser photocoagulation and panretinal photocoagulation for treating diabetic macular edema (DME).

• **METHODS:** This study was a retrospective study. The clinical data of DME patients admitted to the hospital from February 2022 to February 2025 were collected. According to different treatment methods, patients were divided into control group (treated with modified macular grid laser photocoagulation and panretinal photocoagulation alone) and combined group (treated with single intravitreal injection of aflibercept preoperative 3 d preoperatively on the basis of the control group). All patients were followed up for at least 6 mo after treatment. Changes in best-corrected visual acuity (BCVA), intraocular pressure (IOP) and retinal microcirculation parameters were compared between the two groups pre- and postoperatively. The postoperative complications of the two groups were recorded, and the quality of life of the two groups before and after treatment was observed.

• **RESULTS:** Totally 300 DME patients (300 eyes) were enrolled, including 150 patients (150 eyes) in the combined group (80 males and 70 females, with a mean age of  $58.89 \pm 6.19$  y) and 150 patients (150 eyes) in the control group (86 males and 64 females, with a mean age of  $57.88 \pm 5.91$  y). At 1, 3, and 6 mo after surgery, BCVA of

both groups was better than before surgery (all  $P < 0.01$ ), and the BCVA of the combined group was better than that of the control group at all time points after surgery ( $P < 0.001$ ). The IOP of the control group was higher than that of the combined group at 1 mo after surgery ( $P < 0.001$ ), while there was no statistical significant difference in IOP between the two groups at other postoperative time points (all  $P > 0.05$ ). At 1, 3, and 6 mo after surgery (all  $P < 0.01$ ), the resistance index (RI) of the central retinal artery in both groups of affected eyes was lower than before surgery. The end - diastolic velocity (EDV) and peak systolic velocity (PSV) of blood flow in both groups were higher than before surgery. The leakage area of retinal neovascularization (RNV), parafoveal macular thickness (PMT), foveal macular thickness (FMT), central retinal thickness (CRT), and foveal avascular zone area (FAZ) in both groups were lower than before surgery (all  $P < 0.01$ ), and the RI of the combined group was lower than that of the control group at all time points after surgery. The EDV and PSV of the combined group were higher than those of the control group at all time points after surgery (all  $P < 0.001$ ). The RNV leakage area, PMT, FMT, CRT, and FAZ were all smaller than those in the control group (all  $P < 0.01$ ). After surgery, the scores of the National Eye Institute Visual Function Related Quality of Life Questionnaire (NEI - VFQ - 25) in both groups were increased, and the combined group was higher than the control group ( $P < 0.001$ ). The postoperative macular edema elimination rate and visual acuity improvement or retention rate of the combined group were higher than those of the control group, and the incidence of postoperative complications was lower than control group ( $P < 0.05$ ).

• **CONCLUSION:** Intravitreal aflibercept combined with modified macular grid laser photocoagulation and panretinal photocoagulation achieves significant efficacy in the treatment of DME patients, which can promote the improvement of retinal microcirculation, enhance the visual acuity, effectively stabilize postoperative IOP, reduce the occurrence of postoperative complications, and ultimately improve the quality of life.

• **KEYWORDS:** diabetic macular edema; aflibercept; modified macular grid laser photocoagulation and panretinal photocoagulation; visual acuity; microcirculation

**Citation:** Deng Q, Wu ZH, Zhai YF, et al. Intravitreal Aflibercept combined with modified laser photocoagulation for diabetic macular edema. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)*, 2026, 26(6):950-956.

## 0 引言

糖尿病视网膜病变是最常见的糖尿病严重并发症之一,可导致视网膜出现新生血管与微循环障碍,形成黄斑水肿,压迫感光细胞与神经纤维,影响视觉传导功能,降低患者视力,最终影响其生活质量<sup>[1-2]</sup>。目前,眼底激光光凝术是治疗糖尿病性黄斑水肿(diabetic macular edema,

DME)的常用手段,可通过封闭视网膜无灌注区抑制血管内皮生长因子(vascular endothelial growth factor, VEGF)的过度分泌,从而抑制新生血管生成,降低血管渗漏的潜在风险;而改良黄斑区栅格样光凝联合全视网膜光凝既能精准作用于黄斑区病变部位,又能对周边视网膜进行广泛治疗,进一步促进视网膜新生血管的消退,阻止病情进展,同时减少视网膜血管渗漏,恢复黄斑区功能,减轻因黄斑水肿造成的感光细胞功能受损程度,促进视觉信号传导功能改善,从而间接提升患者视力<sup>[3-4]</sup>。但有研究指出,改良黄斑区栅格样光凝联合全视网膜光凝单独应用时存在继发性脉络膜新生血管形成、视网膜下纤维化等副作用,可能会增加术后眼压升高、视网膜脱离并发症的发生风险,影响患者术后视力恢复情况<sup>[5]</sup>。针对 VEGF 在 DME 新生血管生成过程中的重要作用,近年来临床已开发出多种抗 VEGF 药物作为 DME 的辅助治疗手段,并逐渐应用于临床,取得了一定的治疗效果。阿柏西普作为临床常用抗 VEGF 药物,可作为可溶性诱饵受体与 VEGF 家族成员结合,阻断 VEGF 诱导的视网膜新生血管的形成,从而达到控制 DME 病情,改善患者临床症状的目的<sup>[6]</sup>。既往虽有研究证实,抗 VEGF 药物联合改良黄斑区栅格样光凝及全视网膜光凝治疗 DME 能达到更好的效果<sup>[7]</sup>。但相关研究随访时间较短,且尚无阿柏西普联合改良黄斑区栅格样光凝及全视网膜光凝治疗 DME 的相关报道,二者联合应用的长期效果仍有待研究证实。因此,本研究主要分析玻璃体腔注射阿柏西普联合改良黄斑区栅格样光凝及全视网膜光凝治疗 DME 的效果,旨在为临床制定更加有效且安全的 DME 治疗方案提供参考。

## 1 对象和方法

**1.1 对象** 回顾性研究。收集 2022 年 2 月至 2025 年 2 月本院收治的 DME 患者的临床资料。纳入标准:(1) DME 符合《眼科学》<sup>[8]</sup>中疾病相关诊断标准,且均由 2 型糖尿病引起,视网膜无灌注区面积  $> 1$  个视盘面积,存在新生血管、玻璃体出血等复杂病变,且经 OCT 检查显示黄斑水肿厚度  $\geq 250 \mu\text{m}$  或眼底荧光血管造影提示黄斑区存在明显血管渗漏;(2) 保守治疗后黄斑水肿仍未消退,由同一位经验丰富的眼科医生实施改良黄斑区栅格样光凝联合全视网膜光凝,且手术成功;(3) 术后随访时间  $\geq 6$  mo;(4) 临床及随访资料完整。排除标准:(1) 合并全身系统性疾病,如脑梗死、高血压、缺血性心脏病等;(2) 合并青光眼、白内障、高度近视等其他眼部疾病,或既往存在眼部手术史;(3) 其他原因引起的黄斑水肿,如高血压性视网膜病变,视网膜静脉阻塞等;(4) 有严重的活动性眼内炎症或眼周感染;(5) 改良黄斑区栅格样光凝联合全视网膜光凝术前患眼存在玻璃体积血。本研究经医院医学伦理委员会审核批准。由于本研究为回顾性分析,且相关资料不涉及患者姓名、住址等资料,因此豁免知情同意。

## 1.2 方法

**1.2.1 治疗方法** 根据治疗方式不同分为对照组和联合组,对照组予单纯改良黄斑区栅格样光凝联合全视网膜光凝治疗。术前 3 d 使用左氧氟沙星滴眼液滴眼抗感染;术前 1 h 使用复方托吡卡胺滴眼液滴眼散瞳,每 5 min 1 次,共 3 次;嘱患者取仰卧位,使用盐酸丙美卡因滴眼液表面麻醉,每 5 min 滴 1 次,共 3 次。常规消毒眼周,并使用开

险器固定术眼,使用激光器 532 nm 激光行黄斑区栅格状光凝,自距中心凹 500-600 μm 处向外(仅剩上下血管弓之间)用 100 μm 光斑做 2-3 圈环形光凝,参数为曝光时间 0.1-0.2 s、能量 120-200 mW、光斑间隔 1 个光斑直径、光斑反应 I-II 级。再对后极部、赤道部及远周边按颞下、鼻下、颞上、鼻上顺序光凝,光斑直径 300 μm,能量 130-220 mW,曝光时间 0.15-0.30 s,光斑反应 II-III 级,光斑间隔 1 个光斑直径,光凝范围较标准区域向周边扩展 2 排光斑;FFA 显示的无灌注与新生血管区采用强化光凝,光斑间隔调至 0.5 个光斑直径,光斑反应达 III 级,每次光凝点数 500-600 个。每 7 d 治疗 1 次,共治疗 3 次。若术后黄斑水肿持续或复发,延期玻璃体腔注射抗 VEGF。联合组在对照组基础上,于每次激光治疗前 3 d 行玻璃体腔注射 0.05 mL 阿柏西普眼内注射溶液。注药前 3 d 使用左氧氟沙星滴眼液抗感染(4 次/天),注药当天散瞳后,患者取仰卧位,眼表麻醉后用聚维酮碘消毒液消毒结膜囊,在颞上平坦处距离角膜缘 4 mm 进针注射 0.05 mL 阿柏西普,结束后按压进针处 1-2 min,无出血渗漏后涂妥布霉素地塞米松眼膏,无菌纱布包眼,继续用左氧氟沙星滴眼液抗感染 3 d。3 d 后按对照组方案进行激光治疗。所有患者治疗 3 次结束后均接受 6 mo 随访。

**1.2.2 观察指标** (1) 视力及眼压:于术前,术后 1、3、6 mo,采用标准对数视力表检测患者最佳矫正视力(best corrected visual acuity, BCVA),并换算成 LogMAR 评分系统下的对应值;同时采用非接触式眼压计测量患者眼压,每位患者均测量 3 次,取平均值作为最终结果;(2) 视网膜微循环:于术前,术后 1、3、6 mo,采用彩色多普勒超声诊断仪检测患者患眼视网膜中央动脉阻力指数(resistance index, RI)、舒张末期血流速度(end diastolic velocity, EDV)、收缩期血流峰值(peak systolic velocity, PSV);采用眼底荧光血管造影机检测患眼视网膜新生血管(retinal neovascularization, RNV) 渗漏面积;采用光学相干断层扫描仪测量患眼黄斑中心凹旁厚度(parafoveal macular thickness, PMT)、黄斑中心厚度(foveal macular thickness, FMT)、中心视网膜厚度(central retinal thickness, CRT)、中心凹无血管区面积(foveal avascular zone, FAZ);(3) 生活

质量:分别于术前及术后 6 mo,采用美国国家眼科研究所视功能相关生命质量量表(25-item national eye institute visual function questionnaire, NEI-VFQ-25)中文版<sup>[9]</sup>评估,该量表包括 12 个维度,共 26 个条目,每个条目应答共分 6 级,分别为 A、B、C、D、E、F,在维度“角色限制”“依赖程度”及“精神健康”中,A、B、C、D、E 分别计 0、25、50、75、100 分,F 为无应答,不计分,在其他维度中,A、B、C、D、E 分别计 100、75、50、25、0 分,F 为无应答,不计分,所有条目总分之和除以总应答条目数为最终得分,总分 100 分,分数越高表明生活质量越好;(4) 黄斑水肿情况:统计两组术后 6 mo 黄斑水肿情况;(5) 并发症:记录两组术后一过性眼压增高、视网膜出血等并发症发生情况。

**统计学分析:**采用 SPSS 26.0 软件处理数据,计量资料均经 Shapiro-Wilk 正态性检验,符合正态分布以  $\bar{x} \pm s$  表示,组间比较用独立样本 *t* 检验,组内比较用配对样本 *t* 检验;多时间点单指标比较采用重复测量数据的方差分析,事后比较采用 LSD-*t* 检验;计数资料用 *n*(%) 表示,采用  $\chi^2$  检验;*P*<0.05 表示差异有统计学意义。

**2 结果**

**2.1 两组患者术前一般资料比较** 本研究共收集 DME 患者 300 例 300 眼,对照组与联合组各 150 例 150 眼。两组一般资料具有可比性(均 *P*>0.05),见表 1。

**2.2 两组患者手术前后 BCVA 比较** 两组患者 BCVA 比较差异有统计学意义( $F_{\text{组间}} = 144.990, P_{\text{组间}} < 0.001; F_{\text{时间}} = 1858.777, P_{\text{时间}} < 0.001; F_{\text{交互}} = 24.885, P_{\text{交互}} < 0.001$ ),进一步两两比较结果见表 2。术前两组 BCVA 差异无统计学意义(*P*>0.05);术后 1、3、6 mo,两组 BCVA 均优于术前,且联合组术后各时间点 BCVA 均优于对照组(均 *P*<0.01)。

**2.3 两组患者手术前后眼压比较** 两组患者眼压比较差异具有统计学意义( $F_{\text{组间}} = 31.311, P_{\text{组间}} < 0.001; F_{\text{时间}} = 76.616, P_{\text{时间}} < 0.001; F_{\text{交互}} = 16.572, P_{\text{交互}} < 0.001$ ),进一步两两比较结果见表 3。术前两组眼压差异无统计学意义(*P*>0.05);对照组术后 1 mo 眼压高于联合组(*P*<0.001),其余术后时间点两组间眼压比较差异无统计意义(均 *P*>0.05)。

表 1 两组患者术前一般资料比较

组别	例数 (眼数)	性别 (男/女,例)	年龄 ( $\bar{x} \pm s$ , 岁)	糖尿病病程 ( $\bar{x} \pm s$ , a)	BCVA ( $\bar{x} \pm s$ , LogMAR)	患眼 (左/右,眼)	眼压 ( $\bar{x} \pm s$ , mmHg)	CRT ( $\bar{x} \pm s$ , μm)	糖化血红蛋白 ( $\bar{x} \pm s$ , %)
联合组	150(150)	80/70	58.89±6.19	8.12±2.54	0.65±0.09	72/78	16.33±2.18	532.48±42.27	7.53±1.87
对照组	150(150)	86/64	57.88±5.91	8.76±2.26	0.63±0.08	80/70	16.18±2.38	530.16±40.31	7.48±1.85
<i>t</i> / $\chi^2$		0.486	1.451	1.295	1.389	1.791	0.607	0.486	0.217
<i>P</i>		0.486	0.148	0.196	0.166	0.074	0.545	0.627	0.828

注:联合组采用玻璃体腔注射阿柏西普联合改良黄斑区栅格样光凝及全视网膜光凝治疗;对照组采用改良黄斑区栅格样光凝联合全视网膜光凝治疗。

表 2 两组患者手术前后 BCVA 比较

组别	眼数	术前	术后 1 mo	术后 3 mo	术后 6 mo
联合组	150	0.65±0.09	0.40±0.06 <sup>b</sup>	0.32±0.07 <sup>b,d</sup>	0.23±0.03 <sup>b,d,f</sup>
对照组	150	0.63±0.08	0.46±0.06 <sup>b</sup>	0.39±0.05 <sup>b,d</sup>	0.29±0.04 <sup>b,d,f</sup>
<i>t</i>		1.389	8.176	9.431	14.258
<i>P</i>		0.166	<0.001	<0.001	<0.001

注:联合组采用玻璃体腔注射阿柏西普联合改良黄斑区栅格样光凝及全视网膜光凝治疗;对照组采用改良黄斑区栅格样光凝联合全视网膜光凝治疗;<sup>b</sup>*P*<0.01 vs 同组术前;<sup>d</sup>*P*<0.01 vs 同组术后 1 mo;<sup>f</sup>*P*<0.01 vs 同组术后 3 mo。

**2.4 两组患者手术前后视网膜血流参数比较** 两组患者中央动脉 RI ( $F_{\text{组间}} = 18.744, P_{\text{组间}} < 0.001; F_{\text{时间}} = 299.210, P_{\text{时间}} < 0.001; F_{\text{交互}} = 7.402, P_{\text{交互}} < 0.001$ )、EDV ( $F_{\text{组间}} = 263.109, P_{\text{组间}} < 0.001; F_{\text{时间}} = 1175.146, P_{\text{时间}} < 0.001; F_{\text{交互}} = 46.633, P_{\text{交互}} < 0.001$ )、PSV ( $F_{\text{组间}} = 145.111, P_{\text{组间}} < 0.001; F_{\text{时间}} = 1212.188, P_{\text{时间}} < 0.001; F_{\text{交互}} = 17.937, P_{\text{交互}} < 0.001$ ) 比较, 差异有统计学意义。两组术前中央动脉 RI、EDV、PSV 比较, 差异无统计学意义 (均  $P > 0.05$ ) ; 术后 1、3、6 mo, 两组 RI 均低于术前, EDV、PSV 高于术前 (均  $P < 0.01$ ) , 且联合组术后各时间 RI 低于对照组, EDV、PSV 高于对照组, 差异有统计学意义 (均  $P < 0.001$ ) , 见表 4。

**2.5 两组患者手术前后黄斑区结构和渗漏情况比较** 两组患者手术前后 RNV 渗漏面积 ( $F_{\text{组间}} = 123.329, P_{\text{组间}} < 0.001; F_{\text{时间}} = 3131.305, P_{\text{时间}} < 0.001; F_{\text{交互}} = 33.041, P_{\text{交互}} < 0.001$ )、PMT ( $F_{\text{组间}} = 36.608, P_{\text{组间}} < 0.001; F_{\text{时间}} = 5988.837, P_{\text{时间}} < 0.001; F_{\text{交互}} = 22.149, P_{\text{交互}} < 0.001$ )、FMT ( $F_{\text{组间}} = 27.761, P_{\text{组间}} < 0.001; F_{\text{时间}} = 5222.134, P_{\text{时间}} < 0.001; F_{\text{交互}} = 11.716, P_{\text{交互}} < 0.001$ )、CRT ( $F_{\text{组间}} = 33.677, P_{\text{组间}} < 0.001; F_{\text{时间}} = 7286.850, P_{\text{时间}} < 0.001; F_{\text{交互}} = 15.040, P_{\text{交互}} < 0.001$ )、

FAZ ( $F_{\text{组间}} = 18.889, P_{\text{组间}} < 0.001; F_{\text{时间}} = 3089.545, P_{\text{时间}} < 0.001; F_{\text{交互}} = 7.431, P_{\text{交互}} = 0.002$ ) 比较, 差异均有统计学意义。术前两组患者 RNV 渗漏面积、PMT、FMT、CRT、FAZ 比较, 差异无统计学意义 (均  $P > 0.05$ ) ; 术后 1、3、6 mo, 两组 RNV 渗漏面积、PMT、FMT、CRT、FAZ 均低于术前 (均  $P < 0.01$ ) , 且联合组术后各时间 RNV 渗漏面积、PMT、FMT、CRT、FAZ 低于对照组, 差异有统计学意义 (均  $P < 0.01$ ) , 见表 5。

**2.6 两组患者手术前后生活质量评分比较** 术前, 两组生活质量评分比较, 差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ ) ; 术后 6 mo, 两组生活质量评分均升高, 且联合组高于对照组 (均  $P < 0.001$ ) , 见表 6。

**2.7 两组患者术后黄斑水肿消退率和视力改善情况比较** 联合组术后黄斑水肿消退率及视力改善或不变率均高于对照组 (均  $P < 0.05$ ) , 见表 7。

**2.8 两组患者术后并发症比较** 联合组术后并发症总发生率低于对照组, 差异有统计学意义 ( $\chi^2 = 7.493, P = 0.006$ ) , 见表 8。两组患者均为轻度术后并发症, 经对症治疗均恢复。

表 3 两组患者手术前后眼压比较

( $\bar{x} \pm s$ , mmHg)

组别	眼数	术前	术后 1 mo	术后 3 mo	术后 6 mo
联合组	150	16.33±2.18	17.12±2.14 <sup>b</sup>	16.21±2.16 <sup>b,d</sup>	15.45±2.13 <sup>d,f</sup>
对照组	150	16.17±2.38	19.33±2.16 <sup>b</sup>	16.67±2.16 <sup>d</sup>	15.89±2.33 <sup>b,d,f</sup>
<i>t</i>		0.607	8.916	1.846	1.708
<i>P</i>		0.545	<0.001	0.066	0.089

注: 联合组采用玻璃体腔注射阿柏西普联合改良黄斑区栅格样光凝及全视网膜光凝治疗; 对照组采用改良黄斑区栅格样光凝联合全视网膜光凝治疗; <sup>b</sup> $P < 0.01$  vs 同组术前; <sup>d</sup> $P < 0.01$  vs 同组术后 1 mo; <sup>f</sup> $P < 0.01$  vs 同组术后 3 mo。

表 4 两组患者手术前后视网膜血流参数比较

$\bar{x} \pm s$

组别	眼数	中央动脉 RI			
		术前	术后 1 mo	术后 3 mo	术后 6 mo
联合组	150	0.95±0.15	0.72±0.16 <sup>b</sup>	0.68±0.13 <sup>b,c</sup>	0.62±0.08 <sup>b,d,f</sup>
对照组	150	0.93±0.17	0.77±0.12 <sup>b</sup>	0.74±0.15 <sup>b</sup>	0.69±0.10 <sup>b,d,f</sup>
<i>t</i>		0.900	3.386	3.540	6.796
<i>P</i>		0.369	<0.001	<0.001	<0.001
组别	眼数	中央动脉 EDV (cm/s)			
		术前	术后 1 mo	术后 3 mo	术后 6 mo
联合组	150	2.02±0.56	3.45±0.47 <sup>b</sup>	4.02±0.39 <sup>b,d</sup>	4.47±0.43 <sup>b,d,f</sup>
对照组	150	2.04±0.49	3.11±0.43 <sup>b</sup>	3.50±0.41 <sup>b,d</sup>	3.66±0.40 <sup>b,d,f</sup>
<i>t</i>		0.278	6.554	11.343	16.837
<i>P</i>		0.781	<0.001	<0.001	<0.001
组别	眼数	中央动脉 PSV (cm/s)			
		术前	术后 1 mo	术后 3 mo	术后 6 mo
联合组	150	6.74±0.62	7.68±0.71 <sup>b</sup>	8.83±0.65 <sup>b,d</sup>	9.86±0.49 <sup>b,d,f</sup>
对照组	150	6.79±0.65	7.13±0.68 <sup>b</sup>	8.29±0.58 <sup>b,d</sup>	9.27±0.46 <sup>b,d,f</sup>
<i>t</i>		0.572	6.848	7.627	10.732
<i>P</i>		0.567	<0.001	<0.001	<0.001

注: 联合组采用玻璃体腔注射阿柏西普联合改良黄斑区栅格样光凝及全视网膜光凝治疗; 对照组采用改良黄斑区栅格样光凝联合全视网膜光凝治疗; <sup>b</sup> $P < 0.01$  vs 同组术前; <sup>c</sup> $P < 0.05$ , <sup>d</sup> $P < 0.01$  vs 同组术后 1 mo; <sup>f</sup> $P < 0.01$  vs 同组术后 3 mo。

表5 两组患者手术前后黄斑区结构和渗漏情况比较

$\bar{x} \pm s$

组别	眼数	RNV 渗漏面积(mm <sup>2</sup> )			
		术前	术后 1 mo	术后 3 mo	术后 6 mo
联合组	150	24.11±3.25	12.87±2.55 <sup>b</sup>	9.18±2.41 <sup>b,d</sup>	6.34±1.21 <sup>b,d,f</sup>
对照组	150	24.04±3.56	15.62±2.34 <sup>b</sup>	12.35±2.33 <sup>b,d</sup>	8.86±1.62 <sup>b,d,f</sup>
<i>t</i>		0.178	9.724	11.575	15.253
<i>P</i>		0.859	<0.001	<0.001	<0.001

  

组别	眼数	PMT(μm)			
		术前	术后 1 mo	术后 3 mo	术后 6 mo
联合组	150	440.38±31.02	285.46±27.31 <sup>b</sup>	268.35±18.21 <sup>b,d</sup>	255.26±15.43 <sup>b,d,f</sup>
对照组	150	437.65±29.45	300.74±25.26 <sup>b</sup>	284.33±16.75 <sup>b,d</sup>	274.32±15.58 <sup>b,d,f</sup>
<i>t</i>		0.782	5.030	7.910	10.645
<i>P</i>		0.435	<0.001	<0.001	<0.001

  

组别	眼数	FMT(μm)			
		术前	术后 1 mo	术后 3 mo	术后 6 mo
联合组	150	425.43±34.15	266.85±25.63 <sup>b</sup>	242.25±20.17 <sup>b,d</sup>	226.63±13.22 <sup>b,d,f</sup>
对照组	150	422.69±30.47	279.21±23.46 <sup>b</sup>	258.67±19.34 <sup>b,d</sup>	237.42±15.07 <sup>b,d,f</sup>
<i>t</i>		0.733	4.356	7.196	6.591
<i>P</i>		0.464	<0.001	<0.001	<0.001

  

组别	眼数	CRT(μm)			
		术前	术后 1 mo	术后 3 mo	术后 6 mo
联合组	150	532.48±42.27	285.33±31.09 <sup>b</sup>	262.09±27.63 <sup>b,d</sup>	231.16±22.18 <sup>b,d,f</sup>
对照组	150	530.16±40.31	297.26±33.49 <sup>b</sup>	285.86±25.20 <sup>b,d</sup>	253.50±20.27 <sup>b,d,f</sup>
<i>t</i>		0.486	3.197	7.785	9.106
<i>P</i>		0.627	0.002	<0.001	<0.001

  

组别	眼数	FAZ(mm <sup>2</sup> )			
		术前	术后 1 mo	术后 3 mo	术后 6 mo
联合组	150	0.76±0.12	0.33±0.06 <sup>b</sup>	0.29±0.05 <sup>b,d</sup>	0.23±0.05 <sup>b,d,f</sup>
对照组	150	0.75±0.11	0.36±0.07 <sup>b</sup>	0.32±0.05 <sup>b,d</sup>	0.27±0.07 <sup>b,d,f</sup>
<i>t</i>		0.740	3.854	4.993	5.764
<i>P</i>		0.460	<0.001	<0.001	<0.001

注:联合组采用玻璃体腔注射阿柏西普联合改良黄斑区栅格样光凝及全视网膜光凝治疗;对照组采用改良黄斑区栅格样光凝联合全视网膜光凝治疗。<sup>b</sup>*P*<0.01 vs 同组术前;<sup>d</sup>*P*<0.01 vs 同组术后 1 mo;<sup>f</sup>*P*<0.01 vs 同组术后 3 mo。

表6 两组患者手术前后生活质量评分比较

( $\bar{x} \pm s$ ,分)

组别	例数	术前	术后 6 mo	<i>t</i>	<i>P</i>
联合组	150	54.21±5.58	82.45±5.12	48.043	<0.001
对照组	150	55.41±6.12	78.43±5.56	36.162	<0.001
<i>t</i>		1.785	6.547		
<i>P</i>		0.075	<0.001		

注:联合组采用玻璃体腔注射阿柏西普联合改良黄斑区栅格样光凝及全视网膜光凝治疗;对照组采用改良黄斑区栅格样光凝联合全视网膜光凝治疗。

表7 两组患者术后黄斑水肿消退率和视力改善情况比较

眼(%)

组别	眼数	黄斑水肿完全消退	视力改善或不变
联合组	150	146(97.3)	141(94.0)
对照组	150	137(91.3)	131(87.3)
$\chi^2$		5.051	3.939
<i>P</i>		0.025	0.047

注:联合组采用玻璃体腔注射阿柏西普联合改良黄斑区栅格样光凝及全视网膜光凝治疗;对照组采用改良黄斑区栅格样光凝联合全视网膜光凝治疗。

表8 两组患者术后并发症比较

眼(%)

组别	眼数	一过性眼压增高	视网膜出血	黄斑水肿复发	总发生
联合组	150	2(1.3)	0	0	2(1.3)
对照组	150	6(4.0)	5(3.3)	1(0.7)	12(8.0)

注:联合组采用玻璃体腔注射阿柏西普联合改良黄斑区栅格样光凝及全视网膜光凝治疗;对照组采用改良黄斑区栅格样光凝联合全视网膜光凝治疗。

### 3 讨论

近年来,随着糖尿病患病率的持续攀升,DME的发病率也呈显著上升趋势,被认为是世界范围内成年人视力下降的主要原因,已成为全球公共卫生问题<sup>[10]</sup>。目前,DME的治疗方法主要有眼底激光光凝术、抗 VEGF 药物等。有许多研究指出,与单一疗法相比,眼底激光光凝术联合抗 VEGF 药物能达到更好的治疗效果<sup>[11-12]</sup>。本研究在既往研究基础上对传统眼底激光光凝术加以改良(扩大光凝范围),并创新性联合代表性抗 VEGF 药物阿柏西普共同治疗 DME,观察其治疗效果,旨在为患者提供更为高效合理的治疗方案。

既往研究已经证实,DME 是机体长期高血糖状态通过多种代谢途径导致局部氧化应激增加,产生大量活性氧损伤视网膜细胞,并造成视网膜微循环受损,使得视网膜血管闭塞与黄斑区积液增多所致,可引起眼底结构破坏,导致患者视力下降<sup>[13-14]</sup>。眼底激光光凝术的基本原理是通过激光的热效应破坏 DME 患者周边视网膜缺氧区域,尤其是光感受器细胞高耗氧区视网膜色素上皮组织,使其瘢痕化,以此降低视网膜整体代谢需求,并促进脉络膜氧更好地通过视网膜外屏障向视网膜内层弥散,从而改善视网膜供氧状态,抑制缺氧造成的局部病理性新生血管形成与纤维增生,改善患者视功能<sup>[15]</sup>。其次,眼底激光光凝术改善视网膜供氧状态后,还能促进色素上皮细胞及神经细胞分泌色素上皮衍生因子(pigment epithelium-derived factor, PEDF),而 PEDF 是强效的内源性抗血管生成因子,可通过抑制血管内皮细胞迁移、诱导细胞凋亡、拮抗 VEGF 受体磷酸化的方式发挥双重抗新生血管的作用,可进一步抑制视网膜新生血管形成,降低血管通透性,改善局部微循环,减轻黄斑水肿程度,降低黄斑水肿对感光细胞功能造成的损伤,促进视觉信号传导功能恢复,提升患者视功能<sup>[16]</sup>。而与传统眼底激光光凝术相比,改良黄斑区栅格样光凝联合全视网膜光凝术扩大光凝范围,先对患者进行黄斑区栅格样光凝,再在后续的光凝过程中,对无灌注区域及新生血管区域进行重点光凝,提高光斑能量,缩小光斑间距,同时扩大对周边视网膜的光凝范围,可有顺序、有重点、快速且广范围地封闭异常新生血管,减少 RNV 渗漏,从源头遏制黄斑水肿加重;且激光的温热效应还能加速视网膜组织间隙内积液吸收,从而使黄斑区的解剖结构逐渐恢复正常,减轻因黄斑水肿导致的视觉缺失,改善患者视功能<sup>[17]</sup>。但眼底激光光凝术无法逆转已经损伤的视网膜,且激光产生的热效应在抑制新生血管形成的同时也可引起局部组织温度升高,破坏外层视网膜,引起眼压升高、视网膜出血等并发症,影响患者术后恢复<sup>[18]</sup>。因此,还需寻找其他方法联合治疗 DME,以便提高治疗效果,促进患者视力改善。文献报道,VEGF 不仅能够诱导新生血管形成,增加血管通透性,还能破坏血管内皮之间的相互联系,导致视网膜微循环屏障破裂,加重血管渗漏,引起黄斑水肿及点状出血,其在 DME 的发生与发展中发挥着重要作用,已成为临床治疗 DME 的一个重要靶点<sup>[19]</sup>。阿柏西普作为一种重组融合蛋白,对 VEGF 有较高的亲和力,可以靶向与 VEGF-A、VEGF-B 相结合,阻断 VEGF-A、VEGF-B 与其受体的结合,从而抑制视网膜病

理性血管生成,促进已有的新生血管消退,并降低血管内皮通透性,减少 RNV 渗漏面积<sup>[20]</sup>。李爽等<sup>[21]</sup>研究指出,与单纯全视网膜光凝术比较,玻璃体腔注射阿柏西普联合全视网膜光凝治疗可促进增殖期糖尿病视网膜病变所致 DME 患者黄斑水肿消失,更好地提升视力。同时,改良黄斑区栅格样光凝联合全视网膜光凝术会对视网膜组织产生热损伤,引发局部炎症反应,促使炎症因子释放增加,虽可激活内源性修复机制,促进视网膜血管重塑及黄斑区结构修复,但可能在短期内加重黄斑水肿。而阿柏西普除抑制 VEGF 外,还具有抗炎作用,可降低炎症因子的表达与释放,减轻激光诱导的炎症反应程度,避免炎症对视网膜组织的进一步损伤,并降低血管内皮细胞的炎症激活状态,减少血管渗漏,为视网膜组织修复创造良好环境,最终实现快速改善黄斑水肿、恢复正常视网膜血流参数、修复黄斑受损结构,长期有效控制 DME 的目的。正如本研究结果显示,联合组术后各时间 BCVA 均优于对照组,RI 水平平均低于对照组,EDV、PSV 水平平均高于对照组,RNV 渗漏面积、PMT、FMT、CRT、FAZ 小于对照组,且黄斑消除率、视力改善或不变率高于对照组,证实改良黄斑区栅格样光凝联合全视网膜光凝联合阿柏西普治疗 DME,能促进视网膜微循环改善,提高其视力。

另外,本研究结果还显示,联合组术后 1 mo 的眼压值低于对照组,术后并发症发生率低于对照组,术后 6 mo 的生活质量评分高于对照组,这也提示改良黄斑区栅格样光凝联合全视网膜光凝联合阿柏西普治疗 DME,能更好地维持患者术后眼压稳定,降低术后并发症的发生,提高患者生活质量。分析原因可能为,改良黄斑区栅格样光凝联合全视网膜光凝可封闭视网膜无灌注区,改善视网膜缺氧状态,减少因缺氧引发的房水生成异常,且促进眼部局部血液循环,助力房水正常循环排出,维持眼压稳定;而阿柏西普可抑制 VEGF,减少异常房水生成<sup>[22]</sup>;因此,二者协同更能有效维持眼压正常。同时阿柏西普的抗炎作用能及时减轻改良黄斑区栅格样光凝联合全视网膜光凝引起的炎症因子释放,避免炎症对视网膜、玻璃体等眼部组织的过度损伤,减少术后感染、视网膜瘢痕化等炎症相关并发症<sup>[23]</sup>;此外联合治疗能结合两种方式优势,既快速控制病情,又避免单一激光治疗可能因剂量、范围问题导致视网膜损伤或治疗不彻底等弊端,从而减少术后并发症发生。联合治疗可通过快速、有效控制黄斑水肿和视网膜病变进展,让患者视力短期内提升,减少因病情恶化导致的视力丧失、视网膜脱离等严重并发症,保障患者视功能长期稳定,避免视力下降对患者日常生活的影响,进而维持较高生活质量。

本研究将改良黄斑区栅格样光凝联合全视网膜光凝与玻璃体腔注射阿柏西普创新性联合应用,通过“激光热效应+抗 VEGF 药物靶向作用”的协同机制,既快速控制黄斑水肿、修复受损视网膜结构,又从分子层面抑制血管渗漏和血管形成,实现“局部精准光凝+眼内抗 VEGF”的双重干预,弥补单一光凝治疗的不足,达到快速控症+长期维稳的效果,为眼科医生提供标准化联合治疗流程,尤其适用于单一治疗效果或长期注射依从性差的 DME 患者,推动 DME 的治疗从单一手段向多学科/多靶点协同升

级。但本研究仍存在局限性:(1)采用回顾性、单中心研究,可能存在选择偏倚,基线特征代表性有限;(2)仅随访至术后6 mo,长期疗效及安全性未知;虽有机理推测(炎症因子、PEDF的作用),但缺乏实验室层面的直接证据,部分结论仍停留在“临床关联”层面;DME患者的病程(急性/慢性)、基线缺血程度、既往治疗史(如是否接受过激光/抗VEGF)等亚组特征未分层分析,可能影响结果的普适性。未来需开展多中心、大样本、长期随访的RCT,并结合基础研究,进一步夯实联合治疗的科学价值。

综上所述,DME患者采用玻璃体腔注射阿柏西普联合改良黄斑区栅格样光凝联合全视网膜光凝治疗的效果显著,能促进视网膜微循环改善,提高其视力,并能有效稳定术后眼压,减少术后并发症的发生,最终提高生活质量。

**利益冲突声明:**本文不存在利益冲突。

**作者贡献声明:**邓琪论文选题与修改,初稿撰写;吴子昊、翟一凡、徐佩、张彤文献检索,数据分析;朱磊选题指导,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] Sorour OA, Levine ES, Baurnal CR, et al. Persistent diabetic macular edema: Definition, incidence, biomarkers, and treatment methods. *Surv Ophthalmol*, 2023,68(2):147-174.

[2] Prince J, Kumar D, Ghosh A, et al. Surgical management of diabetic macular edema. *Curr Diabetes Rep*, 2023,23(6):119-125.

[3] 徐雪娇,毛俊,祝芸芸,等.视网膜激光光凝术联合雷珠单抗对中度糖尿病视网膜病变合并黄斑水肿患者视盘参数的影响. *川北医学院学报*, 2025,40(5):601-604.

[4] 徐建龙,马青.改良全视网膜激光光凝术治疗糖尿病性视网膜病变的临床效果及对血清VEGF水平的影响. *影像科学与光化学*, 2020,38(2):301-306.

[5] Liu S, Wang Y. Effect of laser panretinal photocoagulation combined with lucentis on long-term visual acuity of patients with retinal arterial macroaneurysm. *Altern Ther Health Med*, 2023,29(8):412-417.

[6] 彭焯,胡龙.复方樟柳碱结合阿柏西普对糖尿病性黄斑水肿患者视功能、CMT及眼压变化的影响. *生命科学仪器*, 2023,21(5):175-178.

[7] 徐跃里,蔡旻赟,石晶琳,等.改良眼底激光光凝联合康柏西普治疗增殖性糖尿病视网膜病变的效果及对视力水平、黄斑区血流密度的影响. *现代生物医学进展*, 2023,23(7):1283-1287.

[8] 杨培增,范先群. *眼科学*.北京:人民卫生出版社,2018:194-195,198-199.

[9] 黄江,刘晓玲.中文视功能相关生存质量量表-25的初步应用评价. *中华眼视光学与视觉科学杂志*, 2016,18(11):660-664.

[10] Giridhar S, Verma L, Rajendran A, et al. Diabetic macular edema treatment guidelines in India: All India Ophthalmological Society Diabetic Retinopathy Task Force and Vitreoretinal Society of India consensus statement. *Indian J Ophthalmol*, 2021,69(11):3076-3086.

[11] 刘新敏,孙慧,林琳.全视网膜激光光凝术联合抗VEGF药物治疗糖尿病相关的新生血管性青光眼的临床研究. *临床和实验医学杂志*, 2023,22(15):1656-1660.

[12] 安鑫,焦剑,魏文斌,等.复方樟柳碱联合视网膜激光光凝治疗重度非增殖性糖尿病视网膜病变. *国际眼科杂志*, 2024,24(5):790-794.

[13] Chauhan MZ, Rather PA, Samarah SM, et al. Current and novel therapeutic approaches for treatment of diabetic macular edema. *Cells*, 2022,11(12):1950.

[14] Omari A, Su L, Joltikov KA, et al. Peripheral retinal dysfunction in diabetic macular edema. *Acta Ophthalmol*, 2023,101(1):e113-e114.

[15] Wirkkala J, Kubin AM, Ohtonen P, et al. Visual outcomes of observation, macular laser and anti-VEGF in diabetic macular edema in type 1 diabetes: a real-world study. *BMC Ophthalmol*, 2022,22(1):258.

[16] Everett LA, Paulus YM. Laser therapy in the treatment of diabetic retinopathy and diabetic macular edema. *Curr Diab Rep*, 2021,21(9):35.

[17] 胡艳华,张茉莉,魏文斌,等.复方樟柳碱联合激光光凝对糖尿病视网膜病变的疗效及血液流变学观察. *国际眼科杂志*, 2025,25(1):148-151.

[18] 王莎莎, Jorge A. Trujillo Perdomo, 薛敏,等.和明目片联合全视网膜激光光凝术对糖尿病视网膜病变患者视力状况、血液流变学及脉络膜厚度的影响. *现代生物医学进展*, 2022,22(17):3343-3346.

[19] Ratra D, Nag A, Sharma H. Retinal laser-Protocols and practical tips. *Indian J Ophthalmol*, 2023,71(6):2632.

[20] Tao Y, Jiang PF, Zhao Y, et al. Retrospective study of aflibercept in combination therapy for high-risk proliferative diabetic retinopathy and diabetic maculopathy. *Int Ophthalmol*, 2021,41(6):2157-2165.

[21] 李爽,张海召,姜晓丹,等.玻璃体腔注射阿柏西普联合全视网膜光凝治疗糖尿病视网膜病变增殖期黄斑水肿的疗效分析. *河北医科大学学报*, 2022,43(2):183-186,197.

[22] Tatsumi T, Takatsuna Y, Oshitari T, et al. Randomized clinical trial comparing intravitreal aflibercept combined with subthreshold laser to intravitreal aflibercept monotherapy for diabetic macular edema. *Sci Rep*, 2022,12(1):10672.

[23] Sengillo JD, Kiryakoza L, Smiddy WE, et al. Endolaserless vitrectomy with aflibercept monotherapy for proliferative diabetic retinopathy-related vitreous hemorrhage. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging Retina*, 2023,54(10):609-610.