

OCT 影像学特征预测康柏西普治疗糖尿病性黄斑水肿预后的价值

张 瑶^{1,2}, 许立帅^{1,2}

引用:张瑶,许立帅. OCT 影像学特征预测康柏西普治疗糖尿病性黄斑水肿预后的价值. 国际眼科杂志, 2026, 26 (9): 1603–1608.

基金项目: 川北医学院附属医院科技发展计划项目 (No. 2022LC023)

作者单位:¹(637000) 中国四川省南充市, 川北医学院附属医院眼科;²(637000) 中国四川省南充市, 川北医学院眼视光医学院

作者简介:张瑶,女,硕士,住院医师,研究方向:眼底病。

通讯作者:许立帅,男,博士,副教授,研究方向:眼底病. oculistxls@hotmail.com

收稿日期: 2026-04-11 修回日期: 2026-07-23

摘要

目的:探讨光学相干断层扫描 (OCT) 影像学特征预测玻璃体腔注射康柏西普治疗糖尿病性黄斑水肿 (DME) 患者预后的价值。

方法:回顾性选择 2021 年 7 月至 2024 年 8 月在我院行玻璃体腔注射康柏西普治疗的 DME 患者,所有患者均玻璃体腔注射康柏西普每月 1 次,连续治疗 3 mo。治疗后第 4 mo 行 OCT 及最佳矫正视力 (BCVA) 检查,以治疗后第 4 mo BCVA 变化作为主要疗效评价指标,将视力提高 2 行及以上者纳入预后良好组,小于 2 行者纳入预后不良组。收集两组患者的临床资料及 OCT 相关影像学特征,分析影响康柏西普治疗 DME 患者预后不良的因素及 OCT 相关影像学特征对治疗效果的预测价值。

结果:本研究共纳入 DME 患者 115 例 115 眼 (若为双眼 DME,仅纳入 CMT 较高者),治疗后第 4 mo 预后良好组 78 例 78 眼,其中男 45 例,女 33 例,平均年龄 60.57 ± 7.46 岁,预后不良组 37 例 37 眼,其中男 24 例,女 13 例,平均年龄 59.36 ± 8.72 岁,预后不良率为 32.2%。预后不良组治疗前 BCVA 和 CMT 均高于预后良好组 (均 $P < 0.05$)。预后不良组 ELM 完整性破坏、EZ 完整性破坏和视网膜内层结构紊乱患眼占比均高于预后良好组 (均 $P < 0.05$)。治疗前 CMT ($OR = 1.030, P < 0.001$)、ELM 完整性破坏 ($OR = 22.475, P = 0.002$)、EZ 完整性破坏 ($OR = 23.584, P = 0.001$)、视网膜内层结构紊乱 ($OR = 7.901, P = 0.016$) 均是影响康柏西普治疗 DME 患者预后的因素。ELM 完整性破坏、EZ 完整性破坏、视网膜内层结构紊乱各指标单独及联合预测康柏西普治疗 DME 患者预后不良的 AUC 值分别为 0.699、0.653、0.637 和 0.843。

结论:临床上 DME 患者应重视 OCT 检查,在早期通过识别高危影像学特征,判断 DME 患者的预后,为个体化治疗方案的制定提供客观依据。

关键词:糖尿病性黄斑水肿;光学相干断层扫描 (OCT);抗血管内皮生长因子;康柏西普;预测价值

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2026.9.17

Value of OCT imaging features in predicting the prognosis of Conbercept therapy for diabetic macular edema

Zhang Yao^{1,2}, Xu Lishuai^{1,2}

Foundation item: Science and Technology Development Program of Affiliated Hospital of North Sichuan Medical College (No. 2022LC023)

¹Department of Ophthalmology, Affiliated Hospital of North Sichuan Medical College, Nanchong 637000, Sichuan Province, China;

²College of Optometry, North Sichuan Medical College, Nanchong 637000, Sichuan Province, China

Correspondence to: Xu Lishuai. Department of Ophthalmology, Affiliated Hospital of North Sichuan Medical College, Nanchong 637000, Sichuan Province, China; College of Optometry, North Sichuan Medical College, Nanchong 637000, Sichuan Province, China. oculistxls@hotmail.com

Received: 2026-04-11 Accepted: 2026-07-23

Abstract

• **AIM:** To explore the value of optical coherence tomography (OCT) imaging features in predicting the prognosis of intravitreal injection of conbercept in the treatment of diabetic macular edema (DME).

• **METHODS:** A retrospective selection was made of patients with DME who underwent intravitreal injection of conbercept at the hospital from July 2021 to August 2024. All patients received intravitreal injection of conbercept once a month for a total of 3 mo. OCT and best corrected visual acuity (BCVA) examinations were conducted at 4 mo after the treatment. The change in BCVA at 4 mo post-treatment served as the primary efficacy evaluation metric, with patients achieving a 2-line or greater improvement classified into the favorable prognosis group, while those with less than a 2-line improvement were categorized into the unfavorable prognosis group. Clinical data and OCT-related imaging features of the two groups were collected, and the factors influencing the unfavorable prognosis of patients treated with conbercept for DME and the predictive value of OCT-related imaging features for treatment efficacy were analyzed.

• **RESULTS:** A total of 115 DME patients (115 eyes) were included in this study [for patients with bilateral DME, only the eye with greater central macular thickness (CMT) was included]. After 4 mo of treatment, 78 cases (78 eyes) were in the good prognosis group, including 45 males and 33 females, with an average age of $60.57 \pm$

7.46 y. There were 37 cases (37 eyes) in the poor prognosis group, including 24 males and 13 females, with an average age of 59.36±8.72 y. The poor prognosis rate was 32.2%. The BCVA and CMT before treatment in the poor prognosis group were higher than those in the good prognosis group (all $P<0.05$). The proportions of ELM integrity destruction, EZ integrity destruction, and retinal inner layer structure disorder in the poor prognosis group were all higher than those in the good prognosis group (all $P<0.05$). The factors influencing the prognosis of DME patients treated with conbercept were pre-treatment CMT ($OR=1.030$, $P<0.001$), ELM integrity destruction ($OR=22.475$, $P=0.002$), EZ integrity destruction ($OR=23.584$, $P=0.001$), and retinal inner layer structure disorder ($OR=7.901$, $P=0.016$). The AUC values for predicting poor prognosis of DME patients treated with conbercept by each of the indicators of ELM integrity destruction, EZ integrity destruction, and retinal inner layer structure disorder alone and in combination were 0.699, 0.653, 0.637, and 0.843, respectively.

• **CONCLUSION:** Clinically, OCT examination should be emphasized in patients with DME. In the early stage, by identifying high-risk imaging features, the prognosis of DME patients can be evaluated, providing objective evidence for the formulation of individualized treatment plans.

• **KEYWORDS:** diabetic macular edema; optical coherence tomography (OCT); anti-vascular endothelial growth factor; conbercept; predictive value

Citation: Zhao Y, Xu LS. Value of OCT imaging features in predicting the prognosis of Conbercept therapy for diabetic macular edema. Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci), 2026,26(9):1603-1608.

0 引言

糖尿病性黄斑水肿 (diabetic macular edema, DME) 是糖尿病视网膜病变 (diabetic retinopathy, DR) 的并发症之一,也是导致患者视力损伤的主要原因^[1-2]。流行病学调查显示,我国总人群的 DR 患病率约为 1.7%,而糖尿病患者中 DR 的患病率可达 22.4%^[3]。根据国际糖尿病联盟的最新全球回顾研究,DR 在全球糖尿病患者中的患病率约为 23%,其中 DME 患病率约占 5%^[4]。DME 的发生机制涉及视网膜屏障破坏、血管通透性增加及液体聚积于黄斑区,若未及时有效干预,可导致患者出现不可逆的视力损害^[5]。目前,临床研究已证实抗血管内皮生长因子 (vascular endothelial growth factor, VEGF) 可有效减轻 DME,改善患者视力,已成为 DME 的一线治疗方案^[6]。然而,DME 患者对抗 VEGF 治疗的反应也存在个体差异,部分患者即使完成规范治疗后仍视力改善不佳^[7]。因此,早期识别影响预后的相关因素,对于制定个体化治疗方案、优化医疗资源配置具有重要意义。光学相干断层扫描 (optical coherence tomography, OCT) 是一种无创、高分辨率的眼底影像学检查技术,可清晰显示黄斑区细微结构变化,定量评估黄斑水肿程度及视网膜各层结构的完整性^[8]。研究表明,OCT 检查的黄斑中心凹厚度 (central macular thickness, CMT)、外界膜 (external limiting membrane, ELM) 完整性等影像学特征与 DME 患者的视功

能密切相关^[9]。若将 OCT 视为活体视网膜微观结构的“光学活检”,通过定量与定性分析这些影像学特征,则可为 DME 患者的预后评估提供客观依据。目前,虽有研究探讨 OCT 影像学特征与 DME 患者抗 VEGF 治疗预后的关系,但结论尚不一致^[10-11]。基于此,本研究通过观察 DME 患者玻璃体腔注射康柏西普治疗前后的 OCT 影像学表现,探讨 OCT 影像学特征对玻璃体腔注射康柏西普治疗 DME 患者预后的预测价值,以期为临床早期识别高危患者、指导个体化治疗提供依据。

1 对象和方法

1.1 对象 回顾性选择 2021 年 7 月至 2024 年 8 月在我院行玻璃体腔注射康柏西普治疗的 DME 患者。纳入标准:(1)2 型糖尿病患者;(2)符合 DME 诊断标准^[12];(3)OCT 检查显示 CMT≥300 μm;(4)若为双眼 DME,仅纳入 CMT 较高者。排除标准:(1)屈光间质混浊影响眼底检查者;(2)3 mo 内接受过眼部激光光凝治疗或其他眼部手术者;(3)合并其他眼底疾病(如年龄相关性黄斑变性、视网膜静脉阻塞、葡萄膜炎等);(4)合并青光眼、角膜病等其他眼部病变者;(5)合并凝血功能异常、冠心病、心肌梗塞等严重全身性疾病无法完成随访者。本研究已通过本院伦理委员会批准同意,所有参与者均知情同意。

1.2 方法 所有患者均采用玻璃体腔注射康柏西普每月 1 次,连续治疗 3 mo。注射操作由同一医疗团队完成:术前聚维酮碘消毒结膜囊,盐酸丙美卡因滴眼液表面麻醉,于颞下方距角膜缘 3.5-4.0 mm 处睫状体平坦部进针,注入康柏西普 0.05 mL,出针后以无菌棉签压迫穿刺口以防回流,术后涂妥布霉素地塞米松眼膏包眼。

收集并记录所有患者以下指标:(1)临床资料,包括年龄、性别、高血压病史、糖尿病病程、糖尿病视网膜病变分期、糖化血红蛋白、治疗前后最佳矫正视力 (best corrected visual acuity, BCVA) 及 CMT;(2)OCT 检查:由同一名经验丰富的技术员操作,采用黄斑立方体扫描模式,扫描范围为 6 mm×6 mm。所有 OCT 图像均由两名经验丰富的眼底病医师在不知晓患者分组的情况下独立阅片评估。当两人评估结果不一致时,经协商讨论达成一致;若仍无法达成一致,则由第三名高年资医师裁定。两名医师独立阅片, Kappa 一致性检验显示一致性良好 (Kappa 值>0.75)。记录 ELM 完整性、椭圆体带 (ellipsoid zone, EZ) 完整性、视网膜内层结构紊乱、硬性渗出、视网膜下液 (subretinal fluid, SRF)、玻璃体黄斑牵拉及高反射灶 (hyperreflective foci, HRF)。OCT 影像学特征的判定标准如下:ELM 完整性破坏定义为黄斑中心凹 1 mm 范围内 ELM 高反射线出现中断或缺失;EZ 完整性破坏定义为黄斑中心凹 1 mm 范围内 EZ 高反射带出现中断或缺失;视网膜内层结构紊乱 (disorganization of retinal inner layers, DRIL) 是指黄斑中心凹 1 mm 范围内的内层视网膜层次结构紊乱。

统计学分析:采用 SPSS 26.0 软件进行统计分析。计量资料以均数±标准差表示,组间比较采用独立样本 *t* 检验;计数资料以例 (%) 表示,组间比较采用卡方检验。将单因素分析中 $P<0.05$ 的变量纳入多因素 Logistic 回归模型,分析影响玻璃体腔注射康柏西普治疗 DME 患者预后不良的因素。采用受试者工作特征 (receiver operating characteristic, ROC) 曲线评估 OCT 影像学特征对玻璃体腔注射康柏西普治疗 DME 患者预后不良的预测价值,采用

DeLong 检验。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 纳入患者治疗后情况 本研究共纳入 DME 患者 115 例 115 眼,以治疗后 4 mo BCVA 变化作为主要疗效评价指标^[13],将视力提高 2 行及以上的 78 例 78 眼纳入预后良好组,小于 2 行的 37 例 37 眼纳入预后不良组,预后不良率为 32.2%。两组患者治疗前后典型影像学表现,见图 1、2。

2.2 两组患者治疗前一般资料及 OCT 影像学特征比较 两组患者性别、年龄、高血压病史、糖尿病病程、HbA1c、DR 分期比较差异均无统计学意义($P>0.05$)。治疗前 BCVA 和 CMT 比较差异均有统计学意义($P<0.05$);治疗前 OCT 影像学特征中硬性渗出、SRF、玻璃体黄斑牵拉、HRF 两组患眼占比比较差异均无统计学意义($P>0.05$),

预后不良组患者 ELM 完整性破坏、EZ 完整性破坏和视网膜内层结构紊乱患眼占比明显高于预后良好组,差异均有统计学意义($P<0.05$),见表 1。

2.3 多因素 Logistic 回归分析影响康柏西普治疗 DME 患者预后的因素 以康柏西普治疗 DME 患者预后情况作为因变量,纳入表 1 中 $P<0.05$ 的变量(治疗前 BCVA、治疗前 CMT、ELM 完整性破坏、EZ 完整性破坏、视网膜内层结构紊乱)进行多因素 Logistic 回归分析,结果显示,除治疗前 BCVA 外,治疗前 CMT($OR=1.030,P<0.001$)、ELM 完整性破坏($OR=22.475,P=0.002$)、EZ 完整性破坏($OR=23.584,P=0.001$)、视网膜内层结构紊乱($OR=7.901,P=0.016$)均是影响康柏西普治疗 DME 患者预后的因素,见表 2。

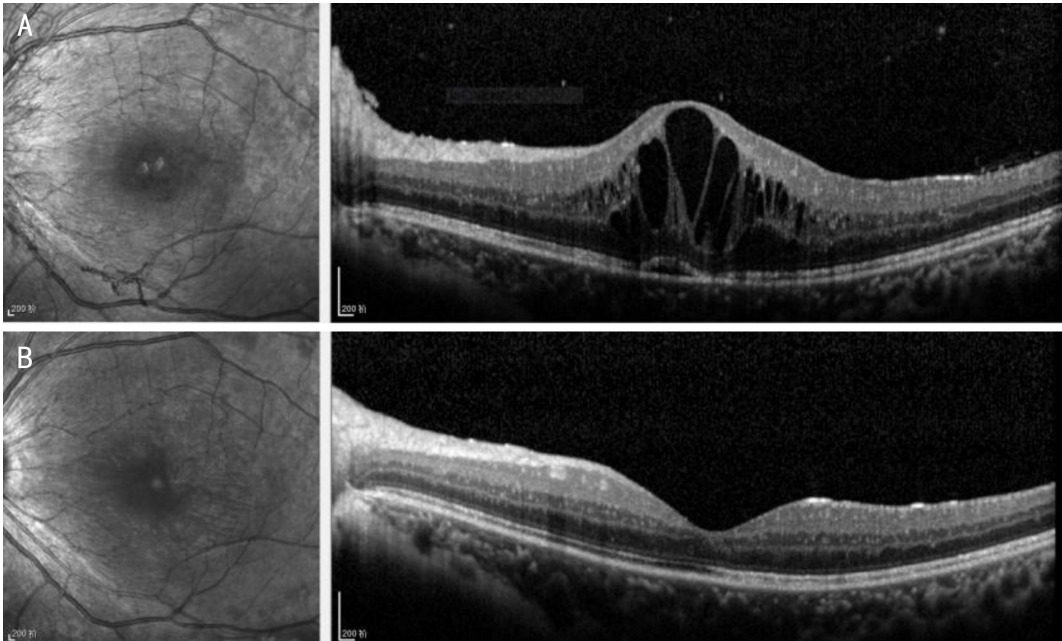


图 1 预后良好组患者治疗前后影像图像 A:治疗前黄斑区弥漫性水肿,伴神经上皮层脱离;B:治疗后 4 mo 黄斑水肿显著吸收,黄斑区各层结构基本恢复连续。

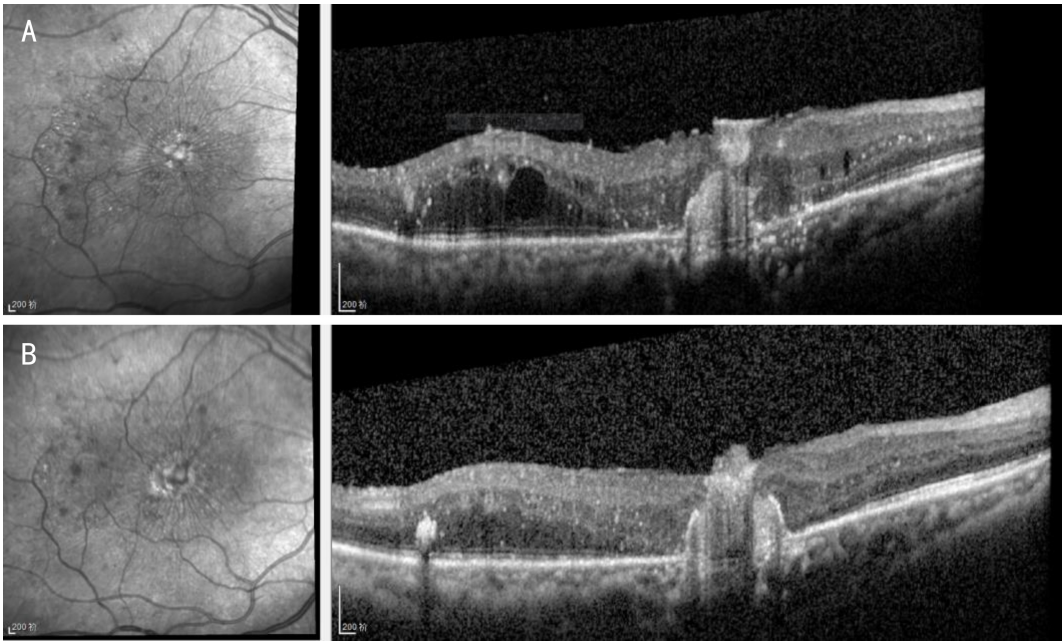


图 2 预后不良组患者治疗前后影像图像 A:治疗前黄斑区水肿,伴大量硬性渗出聚集,外层视网膜结构不连续;B:治疗后 4 mo 黄斑水肿部分消退,硬性渗出未吸收,外层视网膜结构仍不连续。

2.4 OCT 影像学特征预测康柏西普治疗 DME 患者预后的价值 经 ROC 分析结果显示,ELM 完整性破坏、EZ 完整性破坏、视网膜内层结构紊乱各指标单独及联合预测康柏西普治疗 DME 患者预后不良的 AUC 值分别为 0.699、0.653、0.637 和 0.843,说明 ELM 完整性破坏、EZ 完整性破坏、视网膜内层结构紊乱各指标单独预测康柏西普治疗 DME 患者预后的价值较好,且联合检测的 AUC 更高(ELM 完整性破坏与联合: $Z=4.141,P<0.001$;EZ 完整性破坏与联合: $Z=3.640,P<0.001$;视网膜内层结构紊乱与联合: $Z=4.302,P<0.001$),见表 3 和图 3。

3 讨论

目前,玻璃体腔注射抗 VEGF 药物已被证实能有效减轻黄斑水肿、改善患者视力,且多数 DME 患者可从中获益^[6]。然而,随着临床实践的深入发现,即使采用规范的初始负荷剂量治疗,不同患者之间的疗效反应也存在个体差异,部分患者尽管黄斑水肿明显消退,但视力获益却十分有限^[14],抗 VEGF 药物的主要作用机制在于抑制血管通透性、促进积液吸收,但其无法逆转已经存在的视网膜神经组织结构损伤^[14]。当 DME 患者病程较长或病情较

重时,光感受器细胞及视网膜内层神经元可能出现不可逆的变性或丢失,即使水肿得以消除,受损的神经传导通路也无法恢复其正常功能,最终导致视力获益受限。本研究纳入 DME 患者 115 眼康柏西普治疗 4 mo 后,预后不良的发生率为 32.2%,提示 DME 患者经康柏西普治疗后仍有相当比例的患者存在预后不良风险,临床医师不仅需要关注黄斑水肿的消退情况,更应在治疗初期通过影像学手段评估视网膜神经结构的完整性,以早期识别高危人群。OCT 被誉为活体视网膜微观结构的“光学活检”技术,通过 OCT 不仅可定量测量 CMT、黄斑容积等传统指标,更能定性评估 ELM、EZ 的完整性以及视网膜内层结构紊乱等反映视网膜健康状态的关键特征。近年来,OCT 相关结构参数与视功能的相关性日益受到国内外学者的广泛关注^[13,15],但其对 DME 患者抗 VEGF 治疗预后的综合预测价值尚待进一步明确。本研究整合外界膜、椭圆体带、视网膜内层结构等多项 OCT 影像学特征构建联合预测模型,突破了既往研究仅依靠单一指标评估预后的局限。

本研究中多因素 Logistic 回归分析显示,治疗前 CMT、ELM 完整性破坏、EZ 完整性破坏及视网膜内层结构

表 1 两组患者治疗前一般资料及 OCT 影像学特征比较

指标		预后不良组($n=37$)	预后良好组($n=78$)	t/χ^2	P
性别(男/女,例)		24/13	45/33	0.538	0.463
年龄($\bar{x}\pm s$,岁)		59.36 $\pm$ 8.72	60.57 $\pm$ 7.46	0.769	0.444
高血压(例,%)		7(18.9)	12(15.4)	0.227	0.634
糖尿病病程($\bar{x}\pm s$,a)		9.12 $\pm$ 3.05	8.94 $\pm$ 2.96	0.302	0.763
HbA1c($\bar{x}\pm s$,%)		7.68 $\pm$ 1.12	7.52 $\pm$ 1.08	0.733	0.465
DR 分期(例,%)	NPDR	24(64.9)	52(66.7)	0.036	0.849
	PDR	13(35.1)	26(33.3)		
BCVA($\bar{x}\pm s$,LogMAR)		0.82 $\pm$ 0.35	0.62 $\pm$ 0.41	2.557	0.012
CMT($\bar{x}\pm s$, μ m)		522.67 $\pm$ 84.39	419.42 $\pm$ 78.12	6.452	<0.001
OCT 影像学特征(眼,%)	ELM 完整性破坏	28(75.7)	28(35.9)	15.894	<0.001
	EZ 完整性破坏	26(70.3)	31(39.7)	9.355	0.002
	视网膜内层结构紊乱	22(59.5)	25(32.1)	7.801	0.005
	硬性渗出	24(64.9)	42(53.9)	1.246	0.264
	SRF	12(32.4)	18(23.1)	1.139	0.286
	玻璃体黄斑牵拉	6(16.2)	9(11.5)	0.484	0.487
	HRF	24(64.9)	36(46.2)	3.521	0.061

表 2 多因素 Logistic 回归分析影响康柏西普治疗 DME 患者预后的因素

因素	回归系数	标准误	Wald χ^2	P	OR	95%CI
治疗前 BCVA	1.139	0.965	1.392	0.238	3.123	0.471–20.706
治疗前 CMT	0.029	0.007	19.128	<0.001	1.030	1.016–1.044
ELM 完整性破坏	3.112	0.982	10.044	0.002	22.475	3.279–154.050
EZ 完整性破坏	3.161	0.992	10.145	0.001	23.584	3.373–164.910
视网膜内层结构紊乱	2.067	0.855	5.841	0.016	7.901	1.478–42.239

表 3 OCT 影像学特征预测康柏西普治疗 DME 患者预后的价值

影像学特征	AUC	标准误	灵敏度(%)	特异度(%)	P	AUC 的 95%CI
ELM 完整性破坏	0.699	0.045	75.68	64.10	<0.001	0.606–0.781
EZ 完整性破坏	0.653	0.047	70.27	60.26	0.001	0.558–0.739
视网膜内层结构紊乱	0.637	0.049	59.46	67.95	0.005	0.542–0.725
联合检测	0.843	0.037	75.68	78.21	<0.001	0.763–0.904

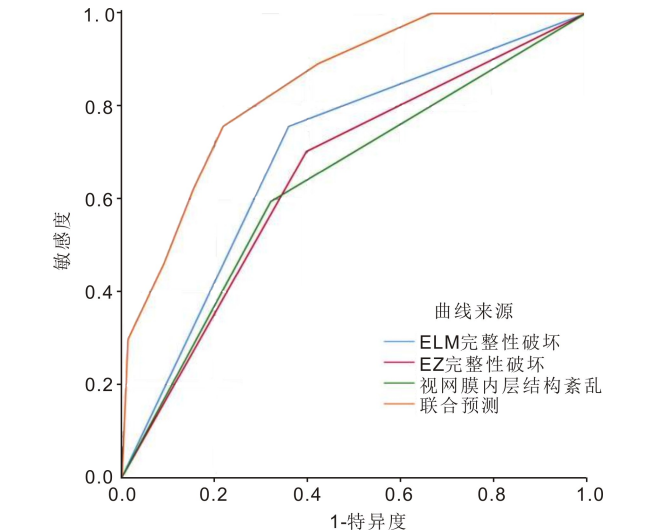


图3 OCT影像学特征对预测康柏西普治疗DME患者预后价值的ROC曲线。

紊乱均是影响康柏西普治疗DME患者预后不良的因素。CMT是OCT检查中最常用的定量参数,其数值直接反映了黄斑区水肿的严重程度。本研究发现治疗前CMT是影响预后不良的因素,与既往研究^[16]结果相符。DME发病机制在于血-视网膜屏障破坏和视网膜内液体积聚^[5]。分析认为较高的治疗前CMT意味着更为严重的血-视网膜屏障破坏和视网膜内液体积聚,此类患者尽管在抗VEGF治疗后可能获得较为显著的解剖学改善,但其视网膜组织所承受的机械性牵拉和缺血缺氧环境也更为严峻,可能导致神经节细胞及光感受器发生不可逆损伤,从而限制了视功能恢复。因此,对于治疗前CMT显著增高的DME患者,临床应予以高度警惕,早期强化治疗可能有助于减轻神经组织损伤。ELM是位于光感受器细胞与Müller细胞之间的连接复合体,在OCT图像上表现为一条位于光感受器内侧的高反射线,其完整性是维持光感受器细胞正常排列和功能状态的结构基础。本研究发现,ELM完整性破坏的患者预后不良风险增加,这与既往报道^[17]相似。ELM的破坏意味着光感受器细胞胞体层面的结构损伤,这种损伤一旦发生,即使通过抗VEGF治疗使黄斑水肿消退,受损的光感受器细胞也难以恢复正常功能。因此,ELM的完整性可作为评估DME患者光感受器层健康状况的重要窗口,治疗前ELM破坏预示着即便实现解剖学改善,功能学获益仍可能受限。EZ位于光感受器细胞内节与外节交界区域,对应于线粒体富集区,在OCT上呈现为ELM外侧的一条高反射带,是反映光感受器细胞代谢活性和功能完整性的关键标志。本研究发现,EZ完整性破坏是玻璃体腔注射康柏西普治疗DME患者预后不良的影响因素。考虑为EZ的完整性直接决定了光感受器细胞将光信号转换为电信号的效率,一旦EZ结构破坏,光感受器内段线粒体减少^[18],则意味着光感受器细胞的生物能量代谢功能受损,因而对于治疗前EZ破坏的DME患者,即使黄斑水肿得到有效控制,其视力改善空间也可能十分有限。视网膜内层结构紊乱在OCT水平扫描图像上表现为视网膜内层之间的正常分层边界模糊、消失或呈均质化改变的状态。本研究发现视网膜内层结构紊乱是玻璃体腔注射康柏西普治疗DME患者预后不良的危险因

素,与既往研究关于视网膜内层结构紊乱与康柏西普治疗DME患者预后相关的报道相符^[19]。考虑可能与其反映的神经组织结构损伤密切相关。视网膜内层包含了双极细胞、无长突细胞及神经节细胞等二级和三级神经元,构成了光感受器细胞将视觉信号向大脑视觉中枢传递的关键通路,视网膜内层结构紊乱在OCT图像上表现为这些内层结构之间正常分界线的模糊或消失,提示相应区域的神经元细胞排列紊乱、突触连接中断甚至细胞核破坏^[20]。这一病理改变将直接导致视觉信号在内层视网膜的传导受阻,即使外层视网膜的ELM和EZ结构完整、光信号转换功能正常,受损的内层传导通路也无法将信号有效传递至视神经^[19,21],这也是视网膜内层结构紊乱患者即使黄斑水肿消退后视力获益仍有限的核心机制。

本研究通过ROC曲线评估了上述OCT影像学特征对康柏西普治疗DME患者预后不良的预测效能,结果显示,ELM完整性破坏、EZ完整性破坏及视网膜内层结构紊乱单独预测玻璃体腔注射康柏西普治疗DME患者预后不良的AUC值分别为0.699、0.653和0.637,说明各单项指标均具有一定的预测价值,但预测效能中等,其中ELM完整性破坏的灵敏度最高,适合作为临床筛查指标,有助于在治疗初期尽可能多地识别出潜在的预后不良高危人群;而视网膜内层结构紊乱的特异度相对较高,对于确认真正预后不良的患者具有较好的参考价值。本研究进一步将三者联合进行预测时,AUC值提升至0.843,高于单一指标预测,联合预测的敏感度和特异度分别为75.68%和78.21%,表明玻璃体腔注射康柏西普治疗DME患者预后并非由单一解剖层面的损伤决定。考虑认为ELM和EZ作为外层视网膜的“功能屏障”,其完整性决定了光感受器细胞的存活与信号转换效率;而视网膜内层结构紊乱作为内层视网膜的“传导通路”,其状态决定了视觉信号能否顺利传递至神经节细胞,三者从不同维度共同构成视觉通路的完整性,联合检测能够更为全面地评估视网膜的健康状况,故而提升了预测准确性。另外,在临床应用层面,本研究成果具备较强的实践价值,临床医师可在患者首次就诊行OCT检查时,同步评估CMT、ELM和EZ完整性及视网膜内层结构状态,快速筛选出预后不良高危患者。针对该类人群,可提前调整治疗方案,如缩短随访间隔、适时联合激光等辅助治疗,避免盲目重复注射抗VEGF药物,在提升治疗效果的同时,节约医疗资源、减轻患者经济负担。本研究构建的预测模型操作简单,同时仅依托常规OCT检查即可完成,无需额外增加检查项目,具备较好的临床实用性。

综上所述,治疗前CMT、ELM和EZ完整性破坏及视网膜内层结构紊乱是影响康柏西普治疗DME患者预后的因素,影像学特征三者联合检测可显著提升预测效能。临床应重视OCT检查,通过识别上述高危影像学特征,早期筛选预后不良风险较高的DME患者,为个体化治疗方案的制定提供客观依据。本研究仍存在诸多不足之处:(1)本研究为单中心回顾性研究,样本仅115眼,样本量有限且存在地域与就诊人群选择偏倚,结论外推性受限,未来需开展多中心、大样本前瞻性研究进一步验证结果;(2)本次随访周期仅4mo,仅能反映短期治疗效果,DME存在远期水肿复发、视力波动等问题,无法评价各指标对患者

长期的预测价值,后续可延长随访至1 a及以上;(3)视网膜内层结构紊乱、视网膜结构完整性等指标依靠医师人工阅片判定,虽经过一致性检验,但仍存在主观判读误差,后续可引入人工智能技术实现指标自动化、量化评估。

利益冲突声明:本文不存在利益冲突。

作者贡献声明:张瑶论文选题,数据收集与分析,初稿撰写;许立帅选题指导,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] 黎美婵,徐桂花,黄为,等.抗VEGF联合微脉冲激光治疗糖尿病性黄斑水肿的疗效观察.国际眼科杂志,2026,26(2):304-308.

[2] Kim EJ, Lin WV, Rodriguez SM, et al. Treatment of diabetic macular edema. Curr Diab Rep, 2019,19(9):68.

[3] 邓宇轩,叶雯青,孙艳婷,等.中国糖尿病视网膜病变患病率的荟萃分析.中华医学杂志,2020,100(48):3846-3852.

[4] Owens DR, Gurudas S,Sivaprasad S, et al. IDF diabetes Atlas: a worldwide review of studies utilizing retinal photography to screen for diabetic retinopathy from 2017 to 2024 inclusive. Diabetes Res Clin Pract, 2025,226:112346.

[5] 孔婧,董志军.糖尿病性黄斑水肿发病机制及危险因素的研究进展.国际眼科杂志,2026,26(3):424-428.

[6] 中华医学会眼科学分会眼底病学组,中国医师协会眼科医师分会眼底病学组.我国糖尿病视网膜病变临床诊疗指南(2022年).中华眼底病杂志,2023.39(2):99-124.

[7] Bressler NM, Beaulieu WT, Glassman AR, et al. Persistent macular thickening following intravitreal aflibercept, bevacizumab, or ranibizumab for central-involved diabetic macular edema with vision impairment: a secondary analysis of a randomized clinical trial. JAMA Ophthalmol, 2018,136(3):257-269.

[8] Zur D,Iglicki M, Busch C, et al. OCT biomarkers as functional outcome predictors in diabetic macular edema treated with dexamethasone implant. Ophthalmology, 2018,125(2):267-275.

[9] Szeto SK, Lai TY, Vujosevic S, et al. Optical coherence tomography in the management of diabetic macular oedema. Prog Retin Eye Res, 2024,98:101220.

[10] Wang P, Hu Z, Hou M, et al. Relationship between macular thickness and visual acuity in the treatment of diabetic macular edema with anti-VEGF therapy: systematic review. J Vitreoretin Dis, 2023,7(1):57-64.

[11] 吴大霞,裴明杭,万光明.糖尿病性黄斑水肿OCT参数与预后的相关性分析.中华眼外伤职业眼病杂志,2022,44(6):406-411.

[12] 邵毅,周召,葛倩敏.糖尿病视网膜病变及黄斑水肿诊疗规范:英国皇家眼科医师学会指南解读.眼科新进展,2021,41(7):601-607.

[13] 杨凯转,乔玉好,闫淑.玻璃体内注射抗VEGF药物对糖尿病黄斑水肿患者疗效的影响因素分析.眼科新进展,2023,43(4):298-302,307.

[14] 张怡,姚静,权彦龙,等.基于光学相干断层扫描的不同类型糖尿病性黄斑水肿对康柏西普的治疗反应.南方医科大学学报,2021,41(10):1501-1508.

[15] Matar K, Indurkar A, Yordi S, et al. Expanding insights from the VISTA phase III trial: longitudinal comparative assessment of ellipsoid zone integrity and volumetric fluid dynamics. Sci Rep, 2025,15:43222.

[16] 苏梦茹,范晓雁,谢海蓉,等.糖尿病黄斑水肿患者行雷珠单抗治疗前后OCT参数、实验室血清指标的表达差异变化及预后影响因素分析.现代生物医学进展,2024,24(21):4082-4085.

[17] Shen YC, Liu K, Xu X. Correlation between visual function and photoreceptor integrity in diabetic macular edema: spectral-domain optical coherence tomography. Curr Eye Res, 2016,41(3):391-399.

[18] Cuenca N, Ortuño-Lizarún I, Sánchez-Sáez X, et al. Interpretation of OCT and OCTA images from a histological approach: Clinical and experimental implications. Prog Retin Eye Res, 2020,77:100828.

[19] Gu ZY, Xi T, Zhang CY, et al. Optical coherence tomography classifications of diabetic macular edema and response to aflibercept: One-year follow-up outcomes in a Chinese population. Medicine, 2023,102(4):e32815.

[20] Sun JK, Radwan SH, Soliman AZ, et al. Neural retinal disorganization as a robust marker of visual acuity in current and resolved diabetic macular edema. Diabetes, 2015,64(7):2560-2570.

[21] 许诚豪,杨帆,游志鹏.难治性糖尿病黄斑水肿危险因素的研究进展.眼科新进展,2024,44(9):744-748.