

增生性糖尿病视网膜病变行玻璃体切割术后发生新生血管性青光眼的风险因素

祖雪, 代光政, 林铁柱

引用: 祖雪, 代光政, 林铁柱. 增生性糖尿病视网膜病变行玻璃体切割术后发生新生血管性青光眼的风险因素. 国际眼科杂志 2023;23(5):808-812

基金项目: 辽宁省自然科学基金资助项目 (No.2020-MS-360); 沈阳市卫生健康委员会科研项目 (No.2022103)

作者单位: (110000) 中国辽宁省沈阳市, 何氏眼科医院

作者简介: 祖雪, 毕业于大连医科大学, 硕士, 住院医师, 研究方向: 玻璃体及视网膜疾病。

通讯作者: 林铁柱, 男, 毕业于第四军医大学, 硕士, 副主任医师, 硕士研究生导师, 研究方向: 玻璃体及视网膜疾病. 360970814@qq.com

收稿日期: 2023-01-16 修回日期: 2023-05-04

摘要

目的: 研究增生性糖尿病视网膜病变 (PDR) 行玻璃体切割术 (PPV) 后发生新生血管性青光眼 (NVG) 的风险因素。

方法: 回顾性研究。收集 2015-10/2020-09 在沈阳何氏眼科医院行 23G PPV 治疗且随访至少 12mo 资料完整的 PDR 患者。根据患者随访期间是否发生 NVG 分为两组, 比较两组患者术前及术中变量, 分析评估 NVG 发生的累积风险比。

结果: 纳入 PDR 患者 151 例 169 眼, 平均随访时间 18.07 ± 12.55 (1~79) mo, 其中 30 眼 (17.8%) 发生 NVG, 平均发生 NVG 时间为 PPV 术后 6.27 ± 4.01 (1~17) mo, 50% (15 眼) 的 NVG 发生在术后 5mo 内, NVG 在术后 3、6、12mo 的累积风险比分别为 4.8%、12.6%、18.1%。多因素逻辑回归分析发现术前最佳矫正视力 ($OR = 3.077$, 95% $CI: 1.203 \sim 7.869$, $P = 0.019$)、术前虹膜红变 ($OR = 7.897$, 95% $CI: 1.313 \sim 47.498$, $P = 0.024$) 及术前对侧眼发生 NVG ($OR = 22.108$, 95% $CI: 1.562 \sim 312.861$, $P = 0.022$) 是 NVG 发生的危险因素; 术中视网膜激光数量 ($OR = 0.772$, 95% $CI: 0.666 \sim 0.893$, $P = 0.001$) 是 NVG 发生的保护因素。

结论: PPV 治疗 PDR 后 NVG 发生率为 17.8%, 其中 50% 患者发生在术后 5mo。术前基线视力差、虹膜红变及对侧眼患有 NVG 的 PDR 患者在 PPV 术后易发生 NVG, 术中充足的视网膜激光光凝有一定的保护作用。PPV 治疗 PDR 后需密切随访 1a。

关键词: 玻璃体切割术; 新生血管性青光眼; 增生性糖尿病视网膜病变; 风险因素

DOI: 10.3980/j.issn.1672-5123.2023.5.18

Risk factors associated with neovascular glaucoma after vitrectomy for proliferative diabetic retinopathy

Xue Zu, Guang-Zheng Dai, Tie-Zhu Lin

Foundation items: National Science Foundation of Liaoning Province (No. 2020-MS-360); Scientific Research Project of Shenyang Health Commission (No.2022103)

He Eye Specialist Hospital, Shenyang 110000, Liaoning Province, China

Correspondence to: Tie-Zhu Lin. He Eye Specialist Hospital, Shenyang 110000, Liaoning Province, China. 360970814@qq.com
Received: 2023-01-16 Accepted: 2023-05-04

Abstract

• **AIM:** To investigate the risk factors associated with neovascular glaucoma (NVG) after pars plana vitrectomy (PPV) for proliferative diabetic retinopathy (PDR).

• **METHODS:** The PDR patients who received 23G PPV treatment at Shenyang He Eye Specialist Hospital from October 2015 to September 2020 and were followed up for at least 12mo with complete data were retrospectively collected. The patients were divided into two groups according to the occurrence of NVG during follow-up. The preoperative and intraoperative variables between two groups were compared. The cumulative hazard ratio for NVG was evaluated.

• **RESULTS:** A total of 151 PDR patients (169 eyes) with a mean follow-up of 18.07 ± 12.55 (1~79) mo were included, of which 30 (17.8%) eyes developed NVG, the mean time of occurrence was 6.27 ± 4.01 (1~17) mo, and 50% (15 eyes) of NVG occurred within 5mo after vitrectomy. The cumulative hazard ratios of NVG at postoperative 3, 6 and 12mo were 4.8%, 12.6% and 18.1%, respectively. Multivariate logistic regression analysis showed that preoperative best corrected visual acuity ($OR = 3.077$, 95% $CI: 1.203 \sim 7.869$, $P = 0.019$), preoperative iris rubeosis ($OR = 7.897$, 95% $CI: 1.313 \sim 47.498$, $P = 0.024$), and contralateral NVG ($OR = 22.108$, 95% $CI: 1.562 \sim 312.861$, $P = 0.022$) were risk factors with the occurrence of NVG, while the number of intraoperative retinal laser photocoagulation ($OR = 0.772$, 95% $CI: 0.666 \sim 0.893$, $P = 0.001$) was the protective factor with the occurrence of NVG.

• **CONCLUSIONS:** The incidence of NVG in PDR eyes after PPV was 17.8%, of which 50% occurred within 5mo after surgery. PDR eyes with poor baseline visual acuity, iris

rubeosis, and contralateral NVG are prone to postoperative NVG, and sufficient intraoperative retinal laser photocoagulation has a certain protective effect. PDR eyes after PPV should be closely followed up for 1a.

• KEYWORDS: pars plana vitrectomy; neovascular glaucoma; proliferative diabetic retinopathy; risk factors

Citation: Zu X, Dai GZ, Lin TZ. Risk factors associated with neovascular glaucoma after vitrectomy for proliferative diabetic retinopathy. *Guoji Yanke Zazhi(Int Eye Sci)* 2023;23(5):808-812

0 引言

糖尿病(diabetes mellitus, DM)是一种全球广泛流行的慢性代谢性疾病,2021年全球患病率为10.5%^[1],在我国高达12.4%^[2]。糖尿病视网膜病变(diabetic retinopathy, DR)是DM的主要并发症之一,是工作人群视力丧失的主要原因。2020年,全球DR的患病数量约为1.031亿,预计到2045年将增至1.605亿^[3]。增生性糖尿病视网膜病变(proliferative diabetic retinopathy, PDR)是DR的终晚期病变,占DM人群的6%,DR人群的17%^[4]。玻璃体切割术(pars plana vitrectomy, PPV)是治疗PDR的主要方法,可以清除玻璃体积血、解除视网膜增殖牵拉而使视网膜复位,从而维持和提高视力^[5]。新生血管性青光眼(neovascular glaucoma, NVG)是PDR患者PPV术后常见的一种严重并发症,难治且失明几率极高^[6-7]。在既往的研究报道中,PDR患者PPV术后NVG发生率为6%~23.6%^[8-12]。本研究将进一步评估PPV治疗PDR后NVG发生的累积风险,同时分析其相关风险因素。

1 对象和方法

1.1 对象 回顾性研究。收集2015-10/2020-09在沈阳何氏眼科医院行23G PPV治疗的PDR患者151例169眼。纳入标准:(1)初次PPV手术;(2)PPV术后随访至少12mo或在术后12mo内发生NVG。(3)PDR行PPV干预的适应证符合《我国糖尿病视网膜病变临床诊疗指南(2014)》^[13]。排除标准:(1)病历资料不完整;(2)既往青光眼病史,或基线眼压(intraocular pressure, IOP)>21mmHg;(3)除PDR外无其他玻璃体视网膜疾病;(4)术后视网膜未解剖复位。NVG的诊断标准为虹膜和/或房角明确可见新生血管且IOP>21mmHg^[14]。本研究符合《赫尔辛基宣言》并获得沈阳何氏眼科医院伦理委员会批准,所有患者知情并签署知情同意书。

1.2 方法 在PPV术前共有61眼3~5d行玻璃体腔注射抗血管内皮生长因子(vascular endothelial growth factors, VEGF)药物(雷珠单抗或康柏西普)0.05mL,伴有虹膜红变的患者术前均行玻璃体腔注射抗VEGF药物^[15]。常规消毒铺单后,使用盐酸奥布卡因滴眼液行表面麻醉,2%利多卡因和0.5%布比卡因等比混合4mL行球后麻醉。开睑后,常规经睫状体平坦部做23G巩膜三通套管切口,固定灌流管,打开灌流液,行中轴部玻璃体切割,制作后玻璃体脱离,切除周边部玻璃体,若存在纤维血管膜则行分离切除,切除牵拉,眼内行视网膜激光凝,术者根据患者眼底状态自行决定玻璃体腔填充物(硅油、C₂F₆、平衡液),7-0可吸收缝线间断缝合巩膜切口3针,结膜下妥布霉素注射液2mL,纱布包盖术眼。根据眼内填充物指导患者术后体位(硅油、C₂F₆填充保持面下位,平衡液填充保持面上

位)。共有133眼术中联合行白内障手术,PPV前先行白内障超声乳化并人工晶状体植入术,过程包括制作角膜主侧切口,前房内注入黏弹剂,环形撕囊,水分离分层,超声乳化吸除晶状体,L/A吸除皮质,再次注入黏弹剂,植入人工晶状体,密闭角膜切口。共有18眼在术中密闭手术切口后行玻璃体腔注射雷珠单抗或康柏西普0.05mL。术后常规使用氧氟沙星滴眼液(qid,7d)、醋酸泼尼松滴眼液(q4h,7d;qid,7d;bid,7d;q.d,7d)对术眼进行抗感染及抗炎治疗^[15]。所有手术均由3位有熟练PPV手术经验的高年资医生完成。

统计学分析:采用SPSS25.0软件对数据进行分析,符合正态分布的计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示,组间比较采用独立样本 t 检验;非正态分布的计量资料以 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示,组间比较采用Mann-Whitney U 非参数检验。计数资料以频数表示,组间差异性分析采用卡方检验,频数<5时,采用Fisher精确检验。将组间分析有差异性的变量纳入多因素逻辑回归分析,使用后向逐步渐进法确定NVG发生的相关风险因素。根据多因素分析结果建立预测模型。采用Kaplan-Meier生存分析法评估PPV术后NVG发生的累积风险比。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 纳入患者一般资料 纳入患者151例均为2型糖尿病,其中男89例99眼,女62例70眼,年龄24~76(平均 51.7 ± 11.4)岁,平均随访时间 $18.07\pm 12.55(1\sim 79)$ mo。随访期间发生NVG30眼(17.8%),术后NVG平均发生时间为 $6.27\pm 4.01(1\sim 17)$ mo;未发生NVG139眼(82.2%)。

2.2 两组患者临床资料比较 NVG组患者的术前及终末BCVA(LogMAR)显著差于非NVG组,差异有统计学意义(1.83 ± 0.60 vs $1.58\pm 0.58, P=0.038$; 1.96 ± 0.83 vs $0.79\pm 0.65, P<0.001$)。NVG组术前有虹膜红变、对侧眼有NVG及术中硅油填充眼数均多于非NVG组,差异均有统计学意义(13.3% vs $2.2\%, P=0.020$; 10% vs $0.7\%, P=0.018$; 83.3% vs $55.4\%, P=0.010$)。NVG组术中视网膜激光数量明显少于非NVG组,差异有统计学意义(696 ± 389 vs 986 ± 479 发, $P=0.002$),见表1。

2.3 多因素逻辑回归分析PPV治疗PDR后NVG发生风险因素 多因素逻辑回归分析发现:术前BCVA(LogMAR)($OR=3.077, 95\% CI: 1.203\sim 7.869, P=0.019$)、术前对侧眼发生NVG($OR=22.108, 95\% CI: 1.562\sim 312.861, P=0.022$)、术前虹膜红变($OR=7.897, 95\% CI: 1.313\sim 47.498, P=0.024$)是术后NVG发生的危险因素;术中视网膜激光数量($OR=0.772, 95\% CI: 0.666\sim 0.893, P=0.001$)是术后NVG发生的保护因素(表2)。

2.4 建立预测模型 根据多因素逻辑回归分析建立预测模型,绘制Nomogram曲线显示模型的预测效果(图1A)。通过校准图以及ROC曲线预测模型的准确性,绘制决策曲线评价模型的临床效益。校准图显示实际曲线与理想的预测效能基本一致(图1B);模型预测效能较好($AUC=0.864$,图1C);决策曲线分析显示当阈值概率为0~75%时具有良好的临床实用性(图1D)。

2.5 PPV治疗PDR后发生NVG的累积风险比 Kaplan-Meier生存分析曲线显示50%的NVG发生在PPV术后5mo内,术后3、6、12mo NVG发生的累积风险比分别为4.8%、12.6%和18.1%(图2)。

表1 两组患者临床资料比较

变量	NVG组(28例30眼)	非NVG组(123例139眼)	统计值	P
性别(例,%)			1.961	0.161
男性	19(67.9)	70(56.9)		
女性	9(32.1)	53(43.1)		
年龄($\bar{x}\pm s$,岁)	49.70±12.13	52.17±11.23	-1.08	0.283
高血压病史(例,%)	18(64.3)	63(51.2)	1.666	0.197
糖尿病相关				
糖尿病病程($\bar{x}\pm s$,mo)	129.53±85.97	131.21±79.38	-0.110	0.912
注射胰岛素(例,%)	21(75.0)	93(75.6)	0.181	0.670
空腹血糖值[$M(P_{25},P_{75})$,mmol/L]	8.01(5.08,9.53)	7.07(5.82,8.80)	2004.5	0.740 ^a
糖化血红蛋白 $M(P_{25},P_{75})$,%	7.20(6.00,7.73)	7.10(6.10,8.10)	2006.5	0.747 ^a
外周血				
白细胞计数[$M(P_{25},P_{75})$, $\times 10^3/\mu\text{L}$]	5.74(4.90,6.70)	6.42(5.26,7.64)	1795.5	0.234 ^a
血小板计数($\bar{x}\pm s$, $\times 10^3/\mu\text{L}$)	248.10±78.43	245.89±69.69	0.154	0.878
中性粒细胞计数[$M(P_{25},P_{75})$, $\times 10^3/\mu\text{L}$]	3.72(3.16,4.45)	3.96(3.22,4.93)	1861.5	0.358 ^a
淋巴细胞计数[$M(P_{25},P_{75})$, $\times 10^3/\mu\text{L}$]	1.61(1.25,1.97)	1.79(1.34,2.12)	1835.5	0.305 ^a
单核细胞计数[$M(P_{25},P_{75})$, $\times 10^3/\mu\text{L}$]	0.37(0.28,0.50)	0.41(0.34,0.51)	1963.5	0.226 ^a
HDL[$M(P_{25},P_{75})$,mg/dL]	1.32(1.10,1.49)	1.34(1.12,1.58)	1905.5	0.460 ^a
LDL[$M(P_{25},P_{75})$,mg/dL]	3.00(2.55,4.05)	3.09(2.40,3.99)	1941	0.553 ^a
PLR[$M(P_{25},P_{75})$]	143.48(112.92,197.15)	141.38(112.34,175.83)	1980	0.666 ^a
MHR[$M(P_{25},P_{75})$]	0.27(0.23,0.45)	0.31(0.24,0.41)	1963.5	0.617 ^a
NLR[$M(P_{25},P_{75})$]	2.45(1.77,3.36)	2.37(1.71,3.31)	1955	0.593 ^a
术前BCVA($\bar{x}\pm s$,LogMAR)	1.83±0.60	1.58±0.58	2.094	0.038
末次BCVA($\bar{x}\pm s$,LogMAR)	1.96±0.83	0.79±0.65	8.446	<0.01
术前IOP($\bar{x}\pm s$,mmHg)	16.37±2.01	16.13±2.54	1.818	0.072
术前对侧眼发生NVG(例,%)	3(10.7)	1(0.8)		0.018 ^b
术前虹膜红变(眼,%)	4(13.3)	3(2.2)		0.020 ^b
术前玻璃体积血(眼,%)	28(93.3)	135(97.1)		0.289 ^b
术前牵拉性视网膜脱离(眼,%)	12(40.0)	57(41.0)	0.010	0.919
术前抗VEGF治疗(眼,%)			0.472	0.492
雷珠单抗	9(30.0)	26(18.7)		
康柏西普	7(23.3)	19(13.7)		
联合白内障手术(眼,%)	25(83.3)	108(77.7)	0.467	0.494
玻璃体腔填充物(眼,%)			9.158	0.010
平衡液	3(10.0)	17(12.2)		
硅油	25(83.3)	77(55.4)		
C ₂ F ₆	2(6.7)	45(32.4)		
术中抗VEGF治疗(眼,%)			0.632	0.427
雷珠单抗	3(10.0)	9(6.5)		
康柏西普	1(3.3)	5(3.6)		
术中视网膜激光数量($\bar{x}\pm s$,发)	696±389	986±479	-3.103	0.002
随访时间(mo)	6.27±4.01	20.63±12.31	-6.307	<0.01

注:a;Mann-Whitney U检验;b;Fisher检验。HDL:高密度脂蛋白;LDL:低密度脂蛋白;NLR:中性粒细胞/淋巴细胞比值、MHR:单核细胞/高密度脂蛋白比值;PLR:血小板/淋巴细胞比值。

表2 多因素逻辑回归分析PPV治疗PDR后NVG发生风险因素

变量	β	标准误	χ^2	P	OR(95%CI)
术前BCVA(LogMAR)	1.124	0.479	5.503	0.019	3.077(1.203~7.869)
术前对侧眼发生NVG	3.096	1.352	5.244	0.022	22.108(1.562~312.861)
术前虹膜红变	2.066	0.915	5.095	0.024	7.897(1.313~47.498)
玻璃体腔填充					
平衡液	-	-	-	-	1.000
硅油	0.561	0.807	0.483	0.487	1.752(0.360~8.513)
C ₂ F ₆	-1.604	1.112	2.080	0.149	0.201(0.023~1.779)
术中视网膜激光数量	-0.259	0.075	12.018	0.001	0.772(0.666~0.893)

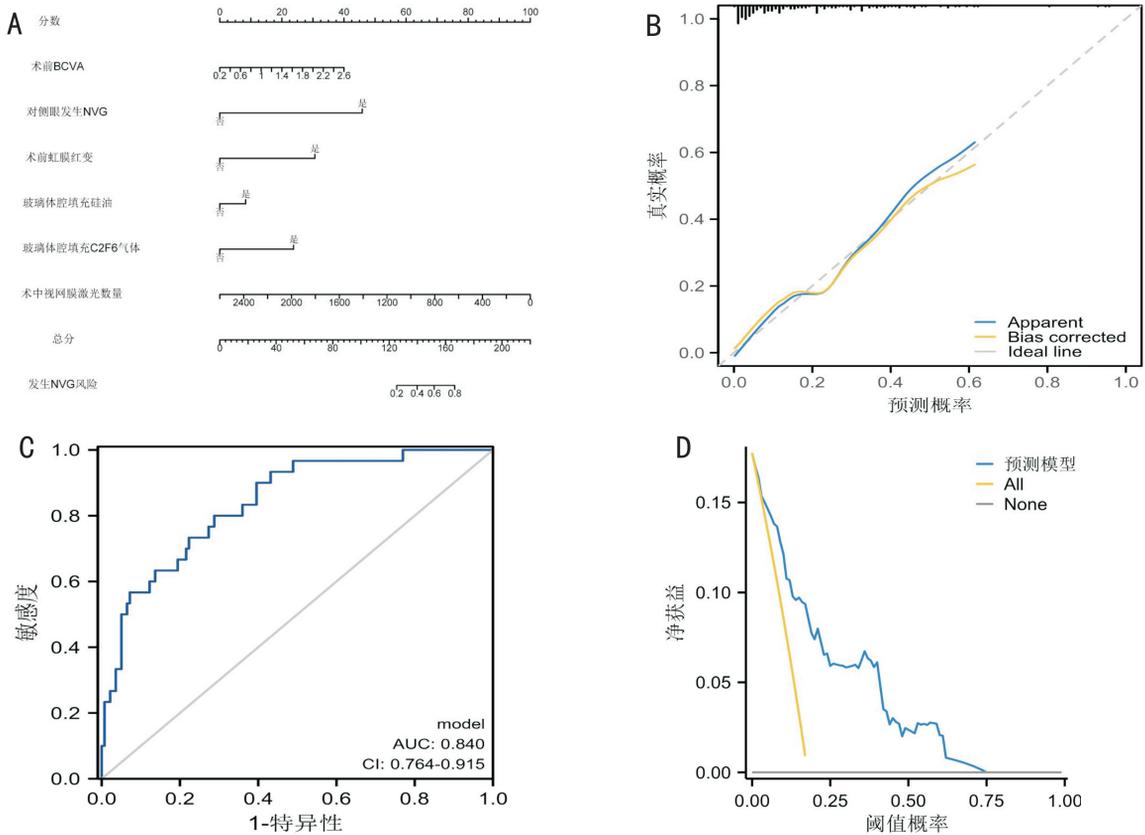


图1 建立预测模型 A: Nomogram 图; B: 校准图; C: ROC 曲线; D: 决策曲线。

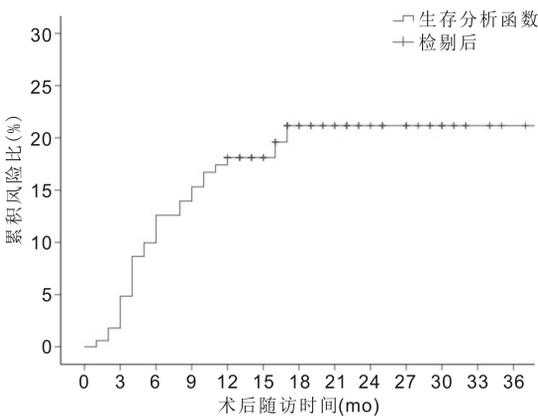


图2 Kaplan-Meier 生存分析曲线分析 NVG 发生的累积风险比。

2.6 两组患者治疗前后 BCVA 比较 NVG 组患末次随访时 BCVA (LogMAR) 较术前轻度降低, 差异无统计学意义 (1.96 ± 0.83 vs 1.83 ± 0.60 , $t = 0.69$, $P = 0.49$); 非 NVG 组患者末次随访时 BCVA (LogMAR) 较术前明显提高, 差异有统计学意义 (0.79 ± 0.65 vs 1.58 ± 0.58 , $t = 10.72$, $P < 0.001$)。

3 讨论

在本研究平均随访时间 18.07 ± 12.55 (1~79) mo 的观察中, PDR 行 PPV 治疗后 NVG 的发生率为 17.8%, 与既往的一些研究结果一致^[9-13]。在 Kwon 等^[16] 研究中, NVG 的平均发生时间为 PPV 术后 5.8 ± 6.9 mo, 73.3% 的 NVG 发生在 PPV 术后 6mo 内。盖春柳等^[17] 研究中, 71.4% 患者 NVG 发生在 PPV 术后 3~6mo。在本研究中, NVG 的平均发生时间为 6.27 ± 4.01 (1~17) mo, 50% 患者 NVG 发生在术后 5mo 内, 与之前所报道的研究结果一致。此外, 本研究通过 Kaplan-Meier 生存曲线分析发现, NVG 在 PPV 术

后 3、6、12mo 发生的累积风险比逐渐升高 (分别为 4.8%、12.6% 和 18.1%), 故建议 PPV 治疗 PDR 后至少密切随访 1a, 前 6mo 尤为重要。

随着玻璃体切割微创技术的发展, PPV 治疗 PDR 的有效性已经得到证实, 术后平均视力可明显提高^[15]。但在本研究中, PPV 术后发生 NVG 的 PDR 眼终末平均 BCVA 轻度下降, 这说明 NVG 会对视功能产生严重损伤。关于 NVG 的危险因素, 本研究在多因素回归分析中发现, 术前 BCVA 差、存在虹膜红变和对侧眼发生 NVG 是 NVG 发生的危险因素, 尤其术前对侧眼 NVG 的危险系数高达 22 倍, 而术前虹膜红变的危险系数达 7 倍。术前视力更差的 PDR 眼一般病情更重一些, 而既往研究表明 PDR 的进程与眼内 VEGF 浓度呈正相关^[18], 眼内 VEGF 浓度的增加会加剧 NVG 发生的风险^[19]。虹膜红变常提示眼前部缺血缺氧严重及眼内 VEGF 浓度较高, 新生血管已经向房角蔓延, 手术导致的眼内炎症介质及 VEGF 释放会加速这一进程^[20]。陶勇等^[21] 也发现术前虹膜红变是术后 NVG 的危险因素。对于术前虹膜红变的患者, 本研究在术前均进行抗 VEGF 药物玻璃体腔注射治疗, 尽管其可以在短期内快速消退新生血管, 但是在长期观察中, 并不能减少 NVG 的发生。一眼发生 NVG 提示其眼内高度缺血缺氧及 VEGF 浓度升高, 基于双眼病理生理的高度趋同性, 这也奠定了另一眼的发病基础。

外周血的炎症标志物包括白细胞、中性粒细胞、淋巴细胞、血小板、单核细胞、高密度脂蛋白 (high-density lipoprotein, HDL)、低密度脂蛋白 (low-density lipoprotein, LDL), 而中性粒细胞/淋巴细胞比值 (neutrophil to lymphocyte ratio, NLR)、单核细胞/高密度脂蛋白比值 (monocyte to high-density lipoprotein ratio, MHR) 和血小

板/淋巴细胞比值 (platelet to lymphocyte ratio, PLR) 常用于炎症性/血栓性相关疾病的标记物^[22-23]。Zhang等^[24]发现 NLR 升高增加了视网膜中央静脉阻塞继发 NVG 的风险。在我们之前的研究也发现 NLR、PLR 及 MHR 与视网膜静脉/动脉阻塞高度相关,是潜在的生物标记物^[25]。本研究并没有发现 PDR 患者的术前 NLR、PLR 及 MHR 与 PPV 术后 NVG 的发生相关,说明相对于 VEGF,炎症在其中可能不占主导作用,但尚需进一步研究。

视网膜激光光凝是治疗重度 NPDR 及 PDR 的重要手段^[26]。视网膜激光的光热效应通过破坏缺血区域的视网膜色素上皮及光感受器而降低视网膜的氧消耗,同时促进了脉络膜的氧供,减轻了视网膜的缺氧状态,从而抑制了 VEGF 的产生^[27]。多因素回归分析发现术中充分的视网膜激光光凝可以降低术后 NVG 的发生,每增加 100 发激光,可将风险降低约 30%。

本研究有一些局限性:(1)单中心的回顾性研究设计可能会存在一定的样本选择偏倚,同时缺乏视网膜脱离范围、虹膜及房角新生血管累积范围的准确评估资料,患者术后没有常规行荧光造影检查进行缺血程度评估;(2)偏小的样本量可能导致结果有一定的偏差。但本研究在 PDR 眼 PPV 术后的长期随访中描述了 NVG 的发生率及累积风险比,同时还发现了相关的危险因素(术前 BCVA 较差、虹膜红变、对侧眼发生 NVG)及保护因素(充足的视网膜激光光凝)。最后,建议 PDR 行 PPV 治疗后需密切随访 1a 以观察 NVG 的发生。

参考文献

- 1 Sun H, Saeedi P, Karuranga S, et al. IDF Diabetes Atlas: global, regional and country-level diabetes prevalence estimates for 2021 and projections for 2045. *Diabetes Res Clin Pract* 2022;183:109119
- 2 Wang LM, Peng W, Zhao ZP, et al. Prevalence and treatment of diabetes in China, 2013-2018. *JAMA* 2021;326(24):2498-2506
- 3 Teo ZL, Tham YC, Yu M, et al. Global prevalence of diabetic retinopathy and projection of burden through 2045: systematic review and meta-analysis. *Ophthalmology* 2021;128(11):1580-1591
- 4 Yang QH, Zhang Y, Zhang XM, et al. Prevalence of diabetic retinopathy, proliferative diabetic retinopathy and non-proliferative diabetic retinopathy in Asian T2DM patients: a systematic review and Meta-analysis. *Int J Ophthalmol* 2019;12(2):302-311
- 5 Lin TZ, Kong Y, Shi C, et al. Prognosis value of Chinese Ocular Fundus Diseases Society classification for proliferative diabetic retinopathy on postoperative visual acuity after pars Plana vitrectomy in type 2 diabetes. *Int J Ophthalmol* 2022;15(10):1627-1633
- 6 Yalvac IS, Eksioğlu U, Satana B, et al. Long-term results of Ahmed glaucoma valve and Molteno implant in neovascular glaucoma. *Eye (Lond)* 2007;21(1):65-70
- 7 Nakatake S, Yoshida S, Nakao S, et al. Hyphema is a risk factor for failure of trabeculectomy in neovascular glaucoma: a retrospective analysis. *BMC Ophthalmol* 2014;14:55
- 8 Sun D, Lin Y, Zeng R, et al. The incidence and risk factors of neovascular glaucoma secondary to proliferative diabetic retinopathy after vitrectomy. *Eur J Ophthalmol* 2020;31(6):2518-2520
- 9 Takayama K, Someya H, Yokoyama H, et al. Risk factors of neovascular glaucoma after 25-gauge vitrectomy for proliferative diabetic retinopathy with vitreous hemorrhage: a retrospective multicenter study.

- Sci Rep* 2019;9(1):14858
- 10 Liang X, Zhang Y, Li YP, et al. Frequency and risk factors for neovascular glaucoma after vitrectomy in eyes with diabetic retinopathy: an observational study. *Diabetes Ther* 2019;10(5):1801-1809
- 11 Sakamoto M, Hashimoto R, Yoshida I, et al. Risk factors for neovascular glaucoma after vitrectomy in eyes with proliferative diabetic retinopathy. *Clin Ophthalmol* 2018;12:2323-2329
- 12 Goto A, Inatani M, Inoue T, et al. Frequency and risk factors for neovascular glaucoma after vitrectomy in eyes with proliferative diabetic retinopathy. *J Glaucoma* 2013;22(7):572-576
- 13 中华医学会眼科学会眼底病学组. 我国糖尿病视网膜病变临床诊疗指南(2014年). *中华眼科杂志* 2014;50(11):851-865
- 14 Senthil S, Dada T, Das T, et al. Neovascular glaucoma - A review. *Indian J Ophthalmol* 2021;69(3):525-534
- 15 Lin TZ, Kong Y, Shi C, et al. Prognosis value of Chinese Ocular Fundus Diseases Society classification for proliferative diabetic retinopathy on postoperative visual acuity after pars Plana vitrectomy in type 2 diabetes. *Int J Ophthalmol* 2022;15(10):1627-1633
- 16 Kwon JW, Jee D, La TY. Neovascular glaucoma after vitrectomy in patients with proliferative diabetic retinopathy. *Medicine* 2017; 96(10):e6263
- 17 盖春柳, 陈晓隆, 冯雪梅, 等. PDR 患者玻璃体联合晶状体手术后新生血管性青光眼的临床分析. *国际眼科杂志* 2011;11(4):669-670
- 18 Funatsu H, Yamashita H, Noma H, et al. Risk evaluation of outcome of vitreous surgery for proliferative diabetic retinopathy based on vitreous level of vascular endothelial growth factor and angiotensin II. *Br J Ophthalmol* 2004;88(8):1064-1068
- 19 Wakabayashi Y, Usui Y, Okunuki Y, et al. Intraocular VEGF level as a risk factor for postoperative complications after vitrectomy for proliferative diabetic retinopathy. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2012; 53(10):6403-6410
- 20 Song S, Yu XB, Zhang P, et al. Increased levels of cytokines in the aqueous humor correlate with the severity of diabetic retinopathy. *J Diabetes Complications* 2020;34(9):107641
- 21 陶勇, 姜燕荣, 黎晓新, 等. 增殖型糖尿病视网膜病变玻璃体手术与虹膜红变发生的关系. *中华糖尿病杂志* 2005;13(5):332-334
- 22 Şatırtav G, Mirza E, Oltulu R, et al. Assessment of monocyte/HDL ratio in branch retinal vein occlusion. *Ocular Immunol Inflamm* 2020;28(3):463-467
- 23 Libby P. What have we learned about the biology of atherosclerosis? The role of inflammation. *Am J Cardiol* 2001;88(7):3-6
- 24 Zhang AP, Ning L, Han JP, et al. Neutrophil-to-lymphocyte ratio as a potential biomarker of neovascular glaucoma. *Ocular Immunol Inflamm* 2021;29(2):417-424
- 25 Qin GH, He F, Zhang HD, et al. Neutrophil-to-lymphocyte ratio (NLR), platelet-to-lymphocyte ratio (PLR) are more prominent in retinal artery occlusion (RAO) compared to retinal vein occlusion (RVO). *PLoS One* 2022;17(2):e0263587
- 26 Zhang B, Zhou ZL, Zhang BJ, et al. Efficacy and safety of various treatments for proliferative diabetic retinopathy: a systematic review and network meta-analysis. *Front Pharmacol* 2021;12:709501
- 27 Nišić F, Pidro A, Lepara O, et al. Effect of pan-retinal laser photocoagulation on intravitreal vascular endothelial growth factor concentration in proliferative diabetic retinopathy. *Rom J Ophthalmol* 2022;66(3):265-270