

引文格式:陈家欣,吴瑜瑜. 全视网膜光凝术对糖尿病视网膜病变视网膜神经纤维层及黄斑区视网膜的影响[J]. 眼科新进展,2015,35(4):380-383. doi:10.13389/j.cnki.rao.2015.0103

【应用研究】

全视网膜光凝术对糖尿病视网膜病变视网膜神经纤维层及黄斑区视网膜的影响

陈家欣 吴瑜瑜

作者简介:陈家欣,男,1977年11月出生,福建泉州人,硕士,主治医师。研究方向:眼底病。联系电话:13505991691;E-mail:nevermind16@126.com

About CHEN Jia-Xin: Male, born in November, 1977. Master degree, attending doctor. Tel: 13505991691; E-mail: nevermind16@126.com

收稿日期:2014-09-09
修回日期:2014-12-12

本文编辑:周志新
作者单位:362000 福建省泉州市,福建医科大学附属第二医院眼科
福建医科大学第二医院眼科
Accepted date: Sep 9, 2014

Accepted date: Dec 12, 2014
From the Department of Ophthalmology, the Second Hospital of Fujian Medical University, Quanzhou 362000, Fujian Province, China

Effects of panretinal photocoagulation on retinal nerve fiber layer and macular retina in patients with diabetic retinopathy

CHEN Jia-Xin, WU Yu-Yu

[Key words] diabetic retinopathy; panretinal photocoagulation; retinal nerve fiber layer; macular retinal thickness; OCT

[Abstract] Objective To discuss the effects of panretinal photocoagulation (PRP) on retinal nerve fiber layer (RNFL) and macular retina in patients with diabetic retinopathy (DR). **Methods** A total of 120 patients (120 eyes) with DR underwent PRP in our hospital from June 2010 to December 2013 were chosen and studied, including 60 cases with non-proliferative diabetic retinopathy (NPDR group) and 60 cases with proliferative diabetic retinopathy (PDR group). In addition, 60 healthy persons were chosen as normal control group. The RNFL thickness (anterior, nasal, temple, inferior, average) and macular retinal thickness (anterior, nasal, temple, inferior, all quarters) were detected by OCT before and after PRP, the results were compared and analyzed. **Results** Compared with normal control group, the RNFL thickness at superior, inferior and nasal quarter before PRP of NPDR and PDR groups were all decreased (all $P < 0.05$), but the difference at temple quarter was not different (all $P > 0.05$), and there was no statistical difference in each quarter and average before PRP between

说明,同轴微切口白内障超声乳化手术与常规切口白内障手术内皮细胞损伤程度相同。中央角膜厚度的变化直接反映了内皮细胞损伤的程度。Agarwal等^[11]研究证明,在生理范围内的内皮细胞密度与中央角膜厚度是不相关的。本文结果显示,两组术后不同时间中央角膜厚度差异均无统计学意义,与相关文献报道相似^[12],说明同轴微切口白内障超声乳化术较常规切口白内障手术后中央角膜厚度变化不明显。

综上所述,同轴微切口白内障超声乳化术后角膜内皮细胞形态和功能均出现一定程度的变化,与常规切口白内障超声乳化手术比较,术后的这些变化并无统计学差异,说明同轴微切口白内障超声乳化手术在不降低手术安全性的前提下,进一步缩小了手术切口,能够有效降低术源性散光,术后恢复更快,是一种安全有效的手术方式。

参考文献

- 1 陈光胜,王冬梅,阳昇,黄红波. 前房维持器下爆破模式硬核白内障的超声乳化术[J]. 中国老年学杂志,2013,33(13):165-166.
- 2 Hayashi K, Yoshida M, Hayashi H. Postoperative corneal shape changes: microincision versus smallincision coaxial cataract surgery[J]. *J Cataract Refract Surg*, 2009, 35(2):233-239.

- 3 刘平,苏胜. 白内障蛋白质组学研究的现状及未来研究方向[J]. 眼科新进展,2014,34(1):1-4.
- 4 Dosso AA, Cottet L, Burgener ND, Di Nardo S. Outcomes of coaxial microincision cataract surgery versus conventional cataract surgery[J]. *J Cataract Refract Surg*, 2008, 34(2):284-288.
- 5 Soscia W, Howard JG, Olson RJ. Bimanual phacoemulsification through 2 stab incisions: a woundtemperature study[J]. *J Cataract Refract Surg*, 2002, 28(6):1039-1043.
- 6 Can I, Takmaz T, Yildiz Y, Bayhan HA, Soyugelen G, Bostanci B. Coaxial, microcoaxial, and biaxial microincision cataract surgery[J]. *J Cataract Refract Surg*, 2010, 36(4):740-746.
- 7 Wilczynski M, Supady E, Loba P, Synder A, Palenga-Pydyn D, Omulecki W. Comparison of early corneal endothelial cell loss after coaxial phacoemulsification through 1.8 mm microincision and bimanual phacoemulsification through 1.7 mm microincision[J]. *J Cataract Refract Surg*, 2009, 35(9):1570-1574.
- 8 Mencucci R, Ponchiotti C, Virgili G, Giansanti F, Menchini U. Corneal endothelial damage after cataract surgery: Microincision versus standard technique[J]. *J Cataract Refract Surg*, 2006, 32(8):1351-1354.
- 9 张瑞帆,吴峥峰. 超声乳化术后早期应用硅水凝胶角膜接触镜的临床效果观察[J]. 眼科新进展,2014,34(1):78-81.
- 10 Wang J, Zhang EK, Fan WY, Ma JX, Zhao PF. The effect of micro-incision and small-incision coaxial phaco-emulsification on corneal astigmatism[J]. *Clin Exp Ophthalmol*, 2009, 37(7):664-669.
- 11 Agarwal A, Agarwal S, Narang P, Narang S. Phakonit: phacoemulsification through a 0.9 mm corneal incision. [J]. *J Cataract Refract Surg*, 2001, 27(10):1548-1552.
- 12 Lavery KT, Mcdermot ML, Ernest PH. Endothelial cell loss after 4mm cataract surgery[J]. *J Cataract Refract Surg*, 1995, 21(7):305-308.

NPDR group and PDR group (all $P > 0.05$). Compared with before PRP, the RNFL thickness at each quarter and average thickness after PRP of NPDR and PDR groups were all decreased, but the differences at superior, inferior quarter and average were significant (all $P < 0.05$), and the differences between NPDR group and PDR group were significant (all $P < 0.05$). Compared with normal control group, the macular retinal thickness at each quarter before PRP of NPDR and PDR groups were all increased (all $P < 0.05$), and the differences between NPDR group and PDR group were significant (all $P < 0.05$). Compared with before PRP, the macular retinal thickness at each quarter and average thickness after PER of NPDR and PDR groups were all increased (all $P < 0.05$), and the differences between NPDR group and PDR group were significant (all $P < 0.05$). **Conclusion** PRP can damage the RNFL, and we should choose the proper laser energy and photocoagulation time to reduce the damages utmostly.

【关键词】 糖尿病视网膜病变;全视网膜光凝术;视网膜神经纤维层;黄斑区视网膜厚度;OCT

【摘要】 **目的** 探讨全视网膜光凝术 (panretinal photocoagulation, PRP) 对糖尿病视网膜病变 (diabetic retinopathy, DR) 视网膜神经纤维层 (retinal nerve fiber layer, RNFL) 及黄斑区视网膜的影响。**方法** 选取2010年6月至2013年12月于我院行PRP治疗的120例(120眼)DR患者,其中非增生性糖尿病视网膜病变(non-proliferative diabetic retinopathy, NPDR)60例(NPDR组),增生性糖尿病视网膜病变(proliferative diabetic retinopathy, PDR)60例(PDR组),同时选取同期于我院健康体检的60例(60眼)正常志愿者作为正常对照组。PRP手术前后使用OCT横向扫描视盘旁RNFL厚度和黄斑区,将视盘旁RNFL和黄斑区分为上方、鼻侧、下方和颞侧4个象限进行扫描,获取各象限及全周平均视盘旁RNFL厚度及黄斑区视网膜厚度,并对结果进行统计分析。**结果** 与正常对照组相比,NPDR和PDR组PRP前视盘上方、下方、鼻侧象限、全周平均RNFL厚度均降低(均为 $P < 0.05$),但颞侧象限RNFL厚度差异均无统计学意义(均为 $P > 0.05$);NPDR组和PDR组PRP前不同象限及全周平均RNFL厚度相比,差异均无统计学意义(均为 $P > 0.05$)。与PRP前相比,NPDR、PDR组PRP后各象限及全周平均RNFL厚度均变薄,但只有上方、下方及全周平均RNFL厚度差异均有统计学意义(均为 $P < 0.05$);与NPDR组相比,PDR组上方、下方、鼻侧及全周平均RNFL厚度变薄更明显,差异均有统计学意义(均为 $P < 0.05$)。与正常对照组相比,NPDR和PDR组PRP前各象限及平均黄斑区视网膜厚度均增加,差异均有统计学意义(均为 $P < 0.05$),且PDR组较NPDR组增加更为明显,差异均有统计学意义(均为 $P < 0.05$)。与PRP前相比,NPDR、PDR组PRP后各象限及平均黄斑区视网膜厚度均增加,差异均有统计学意义(均为 $P < 0.05$),且PDR较NPDR组增加更为明显,差异均有统计学意义(均为 $P < 0.05$)。**结论** PRP对DR患者RNFL有一定损伤,应选择适当的激光能量与曝光时间,最大限度地降低对RNFL的影响。

糖尿病视网膜病变(diabetic retinopathy, DR)是临床眼科常见的、重要的致盲眼病之一,是糖尿病主要并发症之一,其确切发病机制目前尚不明确。DR的治疗方法主要包括药物治疗和手术治疗等,药物治疗一般很难取得显著的疗效,手术治疗是目前临床上比较常用的治疗方法,其中全视网膜光凝术(panretinal photocoagulation, PRP)是治疗DR、改善患者视力的常用方法^[1-2],但激光光凝能量可对视网膜神经节细胞轴突造成损伤,引起视网膜外层损伤,严重时损伤全层视网膜,导致视盘周围神经纤维持续减少^[3]。视网膜神经纤维层(retinal nerve fiber layer, RNFL)厚度主要是由视网膜神经节细胞轴突的数量决定的,它是定量反映视细胞和视觉传导功能变化的重要指标。因此,测量PRP前后RNFL厚度变化有着重要意义。光学相干断层扫描(optical coherence tomography, OCT)技术是一种无创影像学检查方法,能对视网膜的细微结构进行测量分析,包括RNFL厚度、视盘形态等。本研究利用OCT对不同严重程度DR患者PRP前后RNFL及黄斑区视网膜厚度变化进行观察,并与正常眼进行比较分析,现报告如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料与分组 选取2010年6月至2013年12月于我院行PRP治疗的120例DR患者,均符合DR国际诊断标准,所有患者均取单眼进行观察,其中男65例,女55例,年龄(58.5 ± 6.3)岁;均排除屈光间质混浊、已接受玻璃体切割术或激光治疗者。

120例DR患者中非增生性糖尿病视网膜病变(non-proliferative diabetic retinopathy, NPDR)60例(NPDR组),其中男35例,女25例,年龄(57.9 ± 7.2)岁;增生性糖尿病视网膜病变(proliferative diabetic retinopathy, PDR)60例(PDR组),其中男30例,女30例,年龄(59.8 ± 5.8)岁。同时选取同期于我院健康体检的60例(60眼)正常志愿者作为正常对照组,其中男31例,女29例,年龄(59.6 ± 8.6)岁,排除合并有角膜瘢痕、白内障、玻璃体积血等引发的屈光间质混浊和青光眼、高度近视等其他眼科疾病者。3组年龄、性别构成比例等方面比较,差异均无统计学意义(均为 $P > 0.05$),具有可比性。

1.2 PRP方法 所有患眼首先予以复方托品酰胺散瞳,盐酸爱尔凯因表面麻醉后置于裂隙灯前,调整位置,放置全视网膜镜或三面镜。应用美国科医人Lumenis spectra激光机,波长532 nm,能量250 ~ 350 mW,近黄斑血管弓的后极部光斑直径200 μm,中周部300 μm,曝光时间0.2 s,光斑强度3级,光凝范围为视盘上、下、鼻侧1 PD以外,颞侧上、下血管弓及黄斑中心凹颞侧2 PD以外至赤道部区域,以出现明显灰白色的Ⅲ级轻中度光斑为准,每2个光斑之间间隔1个光斑直径,每次光凝400 ~ 500点,治疗3 ~ 4次,每次间歇6 ~ 10 d。术后双氯芬酸钠滴眼液滴眼,每天4次,连续4 d。

1.3 检查方法 使用德国高视远望Spectralis HRA频域OCT激光造影一体机进行扫描,检查均由同一名技术人员完成。检查前受检者均充分散瞳,取坐位,调整好机器与受检者之间的距离,直至显示器上

可见清晰的信号,分别横向扫描视盘旁 RNFL 厚度和黄斑区,将视盘旁 RNFL 和黄斑区分为上方、鼻侧、下方和颞侧 4 个象限进行扫描,获取各象限及全周平均视盘旁 RNFL 厚度及黄斑区视网膜厚度。每眼进行至少 3 次扫描,每次扫描均优化以获得高强度信号图像,选择信号最佳的一组图像保留进行数据处理。图像自动输入计算机,使用系统自带图像分析软件进行分析。

1.4 统计学分析 使用 SPSS 17.0 软件进行数据分析,数据均采用均数 ± 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示,DR 组与对照组之间各参数比较采用单因素方差分析,NPDR 和 PDR 组 PRP 前后各参数采用区组设计的方差分析进行比较, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 视盘旁 RNFL 厚度 3 组 PRP 前视盘旁 RNFL 厚度比较见表 1。从表 1 可知,与正常对照组相比,NPDR 和 PDR 组 PRP 前视盘上方、下方、鼻侧象限及

Table 1 Comparison of RNFL thickness of three groups before PRP

Group	Superior	Inferior	Temporal	Nasal	Average
NPDR	112.8 ± 22.4	123.5 ± 22.7	81.5 ± 18.4	68.8 ± 15.3	94.4 ± 15.8
PDR	110.5 ± 18.6	124.3 ± 19.9	78.9 ± 15.3	65.3 ± 12.9	92.3 ± 13.9
Normal control	136.5 ± 23.2	138.1 ± 20.6	90.4 ± 13.2	73.2 ± 12.6	109.2 ± 10.2

表 2 PRP 后视盘旁 RNFL 厚度比较

Table 2 Comparison of RNFL thickness after PRP

Group	Superior	Inferior	Temporal	Nasal	Average
NPDR	103.4 ± 14.7	113.2 ± 17.5	78.4 ± 16.2	64.9 ± 17.2	88.1 ± 16.2
PDR	99.2 ± 12.4	110.0 ± 18.2	77.9 ± 14.8	58.2 ± 11.8	85.2 ± 12.1

表 3 3 组 PRP 前黄斑区视网膜厚度比较

Table 3 Comparison of macular retinal thickness of three groups before PRP

Group	Superior	Inferior	Temporal	Nasal	Average
NPDR	277.1 ± 20.4	269.5 ± 27.8	267.7 ± 29.1	279.6 ± 25.4	272.2 ± 22.4
PDR	287.4 ± 21.5	289.4 ± 28.1	276.5 ± 30.2	287.1 ± 26.3	277.5 ± 27.9
Normal control	255.4 ± 18.2	249.1 ± 17.4	242.5 ± 15.8	267.1 ± 12.6	253.5 ± 16.1

PRP 后黄斑区视网膜厚度比较见表 4。从表 4 可知,与 PRP 前相比,NPDR、PDR 组 PRP 后各象限及平均黄斑区视网膜厚度均增加,差异均有统计学意义(均为 $P < 0.05$)。且 PDR 组较 NPDR 组增加更为明显,差异均有统计学意义(均为 $P < 0.05$)。

表 4 PRP 后黄斑区视网膜厚度比较

Table 4 Comparison of macular retinal thickness after PRP

Group	Superior	Inferior	Temporal	Nasal	Average
NPDR	289.2 ± 25.1	275.5 ± 28.6	274.5 ± 29.5	286.4 ± 26.5	276.4 ± 27.2
PDR	294.4 ± 26.5	292.3 ± 29.4	282.5 ± 32.1	295.1 ± 31.4	285.5 ± 29.7

3 讨论

随着人们生活水平的提高,饮食结构及生活方式的改变,DM 患病率日益增高,调查发现,DM 患者 DR 发病率高达 51.3%,许多 DR 患者由于早期缺乏症状以及眼底镜下无明显异常改变往往被忽视,导致病情逐渐加重,出现重度 NPDR 及 PDR,最终致盲。目前,针对 DR 特别是 PDR 的治疗尚无统一标准,治疗方法较多,疗效不一,其中 PRP 经证明是治

全周平均 RNFL 厚度均降低,差异均有统计学意义(均为 $P < 0.05$);但颞侧象限 RNFL 厚度差异均无统计学意义(均为 $P > 0.05$)。NPDR 组和 PDR 组 PRP 前不同象限及全周平均 RNFL 厚度相比,差异均无统计学意义(均为 $P > 0.05$)。

PRP 后视盘旁 RNFL 厚度比较见表 2。从表 2 可知,与 PRP 前相比,NPDR、PDR 组 PRP 后各象限及全周平均 RNFL 厚度均变薄,但只有上方、下方及全周平均 RNFL 厚度差异有统计学意义(均为 $P < 0.05$)。与 NPDR 组相比,PDR 组上方、下方、鼻侧及全周平均 RNFL 厚度变薄更明显,差异均有统计学意义(均为 $P < 0.05$)。

2.2 黄斑区视网膜厚度 3 组 PRP 前黄斑区视网膜厚度比较见表 3。从表 3 可知,与正常对照组相比,NPDR 和 PDR 组 PRP 前各象限及平均黄斑区视网膜厚度均增加,差异均有统计学意义(均为 $P < 0.05$),且 PDR 组较 NPDR 组增加更为明显,差异均有统计学意义(均为 $P < 0.05$)。

疗 PDR 的有效方法之一^[4]。PRP 的主要机制是将激光的光能转化为热能,破坏高氧耗的视网膜色素上皮细胞及光感受器复合体,使其瘢痕化,从而减少视网膜的耗氧量,改善视网膜的缺氧状态,并可减少血管内皮生长因子的产生,抑制视网膜新生血管的形成并促进已形成的视网膜新生血管的消退,降低了因新生血管出血而导致视力下降的几率,减少 PDR 的并发症如虹膜红变、牵拉性视网膜脱离等,有效阻止病变的发展^[5-6]。同时周边视网膜光凝后,改

变了血流的分布,保障黄斑区的供氧,保护视功能,改善视力预后,但 PRP 在有效阻止视网膜血管病变进展的同时,也是一种损伤性治疗,有着一系列的并发症和副反应,PRP 可增加后极部血流灌注,加重黄斑区渗漏,导致继发性黄斑水肿引起短暂或持续的视力下降,同时治疗过程中应考虑其对 RNFL 的损害,如 Lim 等^[7]发现 PRP 治疗后 RNFL 厚度有所降低;Kim 等^[8]应用 OCT 观察 PRP 治疗 6 个月后的 DR 患者发现 RNFL 厚度降低。因此,监测 PRP 术后患者 RNFL 厚度及黄斑视网膜厚度变化具有重要意义。OCT 是一种新的横截面成像技术,分辨率较高,能对视盘旁 RNFL 进行精确测量。RNFL 主要由神经节细胞的轴突组成,此外还有传出纤维、Müller 细胞、神经胶质细胞及丰富的血管系统。RNFL 厚度是反映视细胞和视觉传导功能的重要指标,主要取决于神经节细胞轴突存活的数量,多种致病因素造成神经节细胞轴突的轴浆运输阻滞或使神经细胞机能发生障碍可导致 RNFL 厚度变薄^[9]。本研究中,与正常对照组相比,NPDR 和 PDR 组 PRP 术前视盘上方、下方、鼻侧象限、全周平均 RNFL 厚度均降低,差异均有统计学意义(均为 $P < 0.05$);颞侧象限 RNFL 厚度差异均无统计学意义(均为 $P > 0.05$)。与 PRP 前相比,NPDR、PDR 组 PRP 术后各象限及全周平均 RNFL 厚度均变薄,但只有上方、下方及全周平均 RNFL 厚度差异有统计学意义(均为 $P < 0.05$)。与 NPDR 组相比,PDR 组上方、下方、鼻侧及全周平均 RNFL 厚度变薄更明显(均为 $P < 0.05$),可能与视盘周围上、下象限 RNFL 较密集,其损伤后改变更明显,而鼻侧及颞侧神经纤维较上下方相对稀疏,激光造成的损伤在这两个区域相对较轻有关。PRP 主要破坏视网膜外层组织,减少视网膜耗氧量,一定程度上降低了 RNFL 厚度,再加上 DR 自身对 RNFL 的影响,因此,PRP 术后 RNFL 厚度呈逐渐降低趋势。另外,本研究中提示,与 PRP 前相比,NPDR、PDR 组 PRP 后各象限及平均黄斑区视网膜厚度均增加,差异均有统计学意义(均为 $P < 0.05$),且 PDR 较 NPDR 组增加更为明显,差异均有统计学意义(均为 $P < 0.05$),其原因可能是 PDR 患者眼底视网膜渗出、出血及纤维增生牵拉比较严重,PRP 术后视网膜黄斑水肿及视盘旁视网膜水肿,造成 OCT 测量结果偏高,无法反映正常的 RNFL 厚度。

RNFL 的损伤考虑与以下几方面有关:(1)激光光凝术中光斑温度达 $40\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 60\text{ }^{\circ}\text{C}$,可造成视网膜全层损伤,尤其 PRP 可对神经节细胞的轴突造成损伤,而视网膜神经节细胞的损害可进一步导致视盘周围 RNFL 厚度连续性降低;(2)激光光凝后,神经细胞受到损伤,其分泌生长因子的功能必定受到影响,神经营养因子匮乏从而导致神经退行性病变;(3)血红蛋白和位于视网膜色素上皮及脉络膜层的黑色素细胞吸收的最佳波长是 532 nm ,光凝尤其 PRP 后可产

生明显的热损伤,且上升的温度传递到周围组织造正常视网膜组织的非选择性损害,视网膜微血管受损、阻塞,引起局部组织的微循环障碍,导致视网膜缺血、缺氧加重,神经节细胞及 Müller 细胞等凋亡增加,从而使 RNFL 损害进一步加重;(4)PDR 患者神经细胞的退行性病变更加明显,可能与 PDR 是一种进展性改变,RNFL 厚度伴随着 DR 的加重而下降有关^[10-11]。

综上所述,PRP 对 RNFL 及黄斑区视网膜厚度的损伤不容忽视,视网膜神经细胞病变作为 DR 的重要组成部分,应该得到充分重视,神经细胞的保护对治疗 DR 具有重要意义。对于 DM 患者,在严格控制全身情况的前提下,应定期进行眼底检查,不同分期的 DR 患者应及时采取不同方式的激光光凝,可有效地治疗和控制 DR,以稳定和改善视网膜病变的情况,降低 DR 致盲率,但在激光治疗尤其 PRP 治疗过程中应考虑激光对于 RNFL 的损害,选择适当的激光能量与曝光时间,避免过度光凝产生的不必要损伤,延长治疗时间间隔,减轻慢性炎症反应,从而最大限度地降低对 RNFL 的影响。

参考文献

- 1 Yang SH, Dou KF, Song WJ. Prevalence of diabetes among men and women in China [J]. *N Engl J Med*, 2010, 362 (25): 2425-2426.
- 2 Santiago AR, Gaspar JM, Baptista FI, Cristóvão AJ, Santos PF, Kamphuis W, et al. Diabetes changes the levels of ionotropic glutamate receptors in the rat retina [J]. *Mol Vis*, 2009, 15: 1620-1630.
- 3 Whitmire W, Al-Gayyar MM, Abdelsaid M, Yousufzai BK, El-Remessy AB. Alteration of growth factors and neuronal death in diabetic retinopathy: what we have learned so far [J]. *Mol Vis*, 2011, 28 (17): 300-308.
- 4 Desmettre TJ, Mordon SR, Buzawa DM, Mainster MA. Micro-pulse and continuous wave diode retinal photocoagulation: visible and sub-visible lesion parameters [J]. *Br J Ophthalmol*, 2006, 90 (6): 709-712.
- 5 Lopes de Faria JM, Russ H, Costa VP. Retinal nerve fiber layer loss in patients with type 1 diabetic mellitus without retinopathy [J]. *Br J Ophthalmol*, 2002, 86 (7): 725-728.
- 6 Cohen MJ, Kaliner E, Frenkel S, Koqan M, Miron H, Blumenthal EZ. Morphometric analysis of human peripapillary retinal nerve fiber layer thickness [J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2008, 49 (3): 941-944.
- 7 Lim MC, Tanimoto SA, Fuflani BA, Lum B, Pinto LM, Eliason D, et al. Effect of diabetic retinopathy and panretinal photocoagulation on retinal nerve fiber layer and optic nerve appearance [J]. *Arch Ophthalmol*, 2009, 127 (7): 857-862.
- 8 Kim HY, Cho HK. Peripapillary retinal nerve fiber layer thickness change after panretinal photocoagulation in patients with diabetic retinopathy [J]. *Korean J Ophthalmol*, 2009, 23 (1): 23-26.
- 9 Early Treatment Diabetic Retinopathy Study Research Group. Photocoagulation for diabetic macular edema. Early Treatment Diabetic Retinopathy Study report number 1 [J]. *Arch Ophthalmol*, 1985, 103 (12): 1796-1806.
- 10 Jain A, Blumenkranz MS, Panlus Y, Wiliberqer MW, Andersen DE, Huie P, et al. Effect of pulse duration on size and character of the lesion in retinal photocoagulation [J]. *Arch Ophthalmol*, 2008, 126 (1): 78-85.
- 11 Shimura M, Yasuda K, Nakazawa T, Kano T, Ohta S, Tamai M. Quantifying alterations of macular thickness before and after panretinal photocoagulation in patients with severe diabetic retinopathy and good vision [J]. *Ophthalmology*, 2003, 110 (12): 2386-2394.