

# 频域 OCT 在观察原发性开角型青光眼病情进展中的作用

赵 军, 罗 灵, 许倩倩, 赵宏伟, 宫玉波

作者单位: (100101) 中国北京市, 解放军第 306 医院眼科  
作者简介: 赵军, 硕士研究生, 主治医师, 研究方向: 青光眼及神经眼科相关疾病。

通讯作者: 赵军. 66359988@sina.com

收稿日期: 2017-04-13 修回日期: 2017-08-24

## Effects of spectral domain optic coherence tomography in monitoring glaucomatous progression of POAG

Jun Zhao, Ling Luo, Qian-Qian Xu, Hong-Wei Zhao, Yu-Bo Gong

Department of Ophthalmology, the 306<sup>th</sup> Hospital of PLA, Beijing 100101, China

Correspondence to: Jun Zhao, Department of Ophthalmology, the 306<sup>th</sup> Hospital of PLA, Beijing 100101, China. 66359988@sina.com

Received: 2017-04-13 Accepted: 2017-08-24

### Abstract

• AIM: To evaluate the ability of spectral domain optic coherence tomography (SD-OCT) parameters to detect progressive structural damage in primary open angle glaucoma (POAG) by contrasting with visual field.

• METHODS: Retrospectively we evaluated 48 subjects (48 eyes) of POAG, followed up 14 to 62mo. The parameters of SD-OCT and visual field were obtained. The correlation between the change of visual field measurements and OCT measurements were analyzed. Visual field progression was defined as reproducible drop of at least 2dB of mean deviation (MD) from the baseline visit. ROC curve was made to evaluate the ability of OCT parameters in detect progression of POAG.

• RESULTS: The 25 eyes were classified in progression group and 23 eyes were in non-progression group. No significant correlation was seen between OCT parameters and visual field in non-progression group. In progression group, OCT parameters which were significantly correlated with MD reduce were rim volume ( $r = -0.5997$ ,  $P = 0.0007$ ), C/D vertical ratio ( $r = -0.6309$ ,  $P = 0.0003$ ), RNFL ( $r = 0.4201$ ,  $P = 0.0260$ ), and GCC ( $r = 0.7080$ ,  $P < 0.01$ ). ROC curves showed the GCC reflected the reduce of MD accurately ( $P = 0.013$ ).

• CONCLUSION: Part parameters of SD-OCT can reflect the progression of POAG accurately and provided a new method to detect the damage of visual function of POAG.

• KEYWORDS: primary open angle glaucoma; spectral domain optic coherence tomography; visual field

Citation: Zhao J, Luo L, Xu QQ, et al. Effects of spectral domain optic coherence tomography in monitoring glaucomatous progression of POAG. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2017;17(10):1939-1941

### 摘要

目的: 通过观察频域 OCT (spectral domain optic coherence tomography SD-OCT) 与视野的相关性, 评估其在监测原发性开角型青光眼 (primary open angle glaucoma, POAG) 病情进展方面的作用。

方法: 回顾性分析。选取 2010-01/2016-06 在我院就诊的 POAG 患者 48 例 48 眼。随访时间 14 ~ 62mo。对随访起点及终点的 SD-OCT 及视野参数进行总结, 计算差值。根据视野平均缺损 (mean deviation, MD) 下降程度 (MD 下降 -2dB) 分为视野无进展组及视野进展组。两组 SD-OCT 各参数的差值与 MD 差值进行相关性分析。并通过绘制受试者工作特征 (ROC) 曲线评价 SD-OCT 各参数对视野进展的评估价值。

结果: 视野无进展组 25 眼, 视野进展组 23 眼。视野无进展组中 SD-OCT 各参数与 MD 均无显著的相关性。视野进展组中, 盘沿体积 (rim volume) ( $r = -0.5997$ ,  $P = 0.0007$ )、杯盘横比 (C/D vertical ratio) ( $r = -0.6309$ ,  $P = 0.0003$ )、视网膜神经纤维层 (retinal nerve fiber layer, RNFL) ( $r = 0.4201$ ,  $P = 0.0260$ ) 及节细胞复合体 (ganglion cell complex, GCC) ( $r = 0.7080$ ,  $P < 0.01$ ) 与 MD 变化有显著的相关性。通过绘制 ROC 曲线, 发现 GCC 与 MD 的变化具有较好的符合性 ( $P = 0.013$ )。

结论: SD-OCT 作为客观的视网膜检查方法, 部分指标能够准确地反映视功能的损害, 为 POAG 病情进展监测提供了新的方法。

关键词: 原发性开角型青光眼; 频域 OCT; 视野

DOI: 10.3980/j.issn.1672-5123.2017.10.36

引用: 赵军, 罗灵, 许倩倩, 等. 频域 OCT 在观察原发性开角型青光眼病情进展中的作用. 国际眼科杂志 2017;17(10): 1939-1941

### 0 引言

原发性开角型青光眼 (primary open angle glaucoma, POAG) 是以进行性视网膜神经节细胞损害, 进而导致神经纤维层 (retinal nerve fiber layer, RNFL) 损害、视野缺损为特征的疾病, 病程不可逆。定期对患者进行随访, 是有效控制病情进展的重要手段。POAG 病情监测的最主要指标是视野。但青光眼视神经损害的形态学变化早于视野改变<sup>[1-2]</sup>, 因此通过形态学检查方法监测病情能够更早

表1 所有入组患者一般资料

分组	眼数	男/女	年龄( $\bar{x}\pm s$ ,岁)	随访时间( $\bar{x}\pm s$ ,mo)	MD 差值( $\bar{x}\pm s$ ,dB)
所有受试者	48	36/12	58.29±13.60	32.21±16.21	-1.52±2.42
视野无进展组	25	19/6	59.00±14.79	26.52±14.96	-0.262±1.42
视野进展组	23	17/6	57.64±12.68	37.44±15.81	-3.73±1.32

表2 频域 OCT 与视野进展相关性分析

分组	数值	视盘面积(mm <sup>2</sup> )	视杯面积(mm <sup>2</sup> )	盘沿面积(mm <sup>2</sup> )	盘沿体积(mm <sup>3</sup> )	神经乳头体积(mm <sup>3</sup> )	$\bar{x}\pm s$
视野无进展组	差值	0.015±0.086	-0.014±0.399	0.0003±0.298	-0.0086±0.056	0.0002±0.067	
	<i>r</i>	-0.0688	-0.0131	-0.0117	0.0953	-0.0053	
	<i>P</i>	0.6902	0.9397	0.9461	0.5804	0.9753	
视野进展组	差值	0.0021±0.009	0.0057±0.139	-0.024±0.129	-0.01±0.013	-0.016±0.020	
	<i>r</i>	-0.0844	-0.0593	-0.0580	-0.5997	-0.3409	
	<i>P</i>	0.4345	0.7645	0.7695	0.0007	0.0759	
ROC	AUC	0.573	0.507	0.596	0.585	0.565	
	<i>P</i>	0.317	0.925	0.173	0.071	0.073	
分组	数值	视杯容积(mm <sup>3</sup> )	杯盘比	杯盘纵比	杯盘横比	RNFL(μm)	GCC(μm)
视野无进展组	差值	0.0089±0.194	-0.015±0.132	-0.005±0.072	0.0044±0.083	-1.422±6.83	-1.811±5.19
	<i>r</i>	-0.1124	0.0471	0.0863	-0.0418	0.0460	0.2063
	<i>P</i>	0.5139	0.7850	0.6167	0.8087	0.7897	0.2273
视野进展组	差值	-0.0057±0.161	0.0021±0.059	0.0021±0.021	0.0079±0.036	-3.874±1.78	-3.98±2.13
	<i>r</i>	-0.0217	-0.1027	-0.0333	0.6309	0.4201	0.7080
	<i>P</i>	0.9126	0.6030	0.8665	0.0003	0.0260	<0.01
ROC	AUC	0.492	0.557	0.591	0.524	0.586	0.682
	<i>P</i>	0.075	0.183	0.233	0.073	0.239	0.013

期的发现病情进展。OCT 是一种非接触性、非侵入性、高分辨率的生物组织结构显像技术。随着傅里叶技术、宽带光源技术的应用,新一代的频域 OCT (spectral domain optical coherence tomography, SD-OCT) 能够提供更为准确、高分辨率的 OCT 图像<sup>[3]</sup>,为通过形态学方法观察青光眼 RNFL 损害带来可能。

### 1 对象和方法

**1.1 对象** 选取 2010-01/2016-06 在我院就诊的 POAG 患者 48 例 48 眼,包括眼压升高的 POAG 和正常眼压性 POAG 患者。每例患者随机选取一眼作为观察眼。入组标准:(1)屈光度在±3.00D 之间;(2)房角开放;(3)眼压正常或高于正常;(4)眼底有典型的青光眼杯盘比改变或神经纤维层缺损;(5)有典型的青光眼视野损害。排除标准:(1)有其他严重的眼科疾病;(2)有严重的全身系统疾病。所有入组患者一般资料见表 1。

**1.2 方法** 选取受试眼初次就诊及末次就诊的视野检查及 SD-OCT 检查。视野检查方法:采用 Humphrey 视野计, SITA(Swedish interactive thresholding algorithm, SITA)快速 24-2 程序进行检查,符合以下条件的视野检查结果认为可靠:(1)固视丢失<20%;(2)假阳性率及假阴性率<30%。记录 MD 值,计算首诊及末诊两次检查的 MD 差值,根据 MD 差值变化大于-2dB,将患者分为视野进展组和无进展组。

SD-OCT 检查方法:被检者正常大小瞳孔,暗室环境下采用 SD-OCT(RTVue-100)进行眼底扫描,选择青光眼模块,获取图像。在 3D 视盘扫描图像中,参考 B 扫描中视网膜色素上皮末端精确画出视盘轮廓线。此视盘轮廓线被保存并默认为视盘地形图(NHM4),分析程序中各视盘参数的基线值。通过 NHM4 程序获得视盘及其周围的

参数及视盘周围 4mm 的 RNFL 厚度, GCC 扫描的方法是包括水平方向 1 条 7mm 扫描线(经过黄斑中心凹)和垂直方向 15 条 7mm 扫描线(间隔 0.5mm),水平扫描线上包括 467 个 A 扫描,每条垂直线上包括 400 个 A 扫描,分析数据时排除了 1mm<sup>2</sup> 范围。观察指标包括视盘形态学参数(视盘面积、视杯面积、盘沿面积、盘沿容积、视神经乳头容积、视杯容积),RNFL 和 GCC。记录首诊及末次就诊时上述指标的结果,并计算差值。

统计学分析:资料分析采用 SPSS 20.0 统计学软件进行统计学分析,计数资料以  $\bar{x}\pm s$  描述,采用 Pearson 相关分析研究视野差值与 SD-OCT 各参数差值的相关性。并根据视野分组情况对 SD-OCT 各参数绘制 ROC 曲线。以  $P<0.05$  为差异有统计学意义。

### 2 结果

在视野无进展组中,各参数与视野 MD 变化均无显著的相关性。视野进展组中,盘沿体积、杯盘横比、RNFL 及 GCC 与视野变化有显著的相关性,其中以 GCC 为著。ROC 曲线分析显示,SD-OCT 各参数的曲线下面积(AUC)均小于 0.8,其中 GCC 曲线下面积为最高,为 0.682( $P=0.013$ ),见表 2。

### 3 讨论

青光眼损害的形态学改变发生在功能学改变之前。研究证实,当青光眼视网膜节细胞开始丧失时,视网膜光敏感度即开始下降<sup>[4-6]</sup>。节细胞丧失 20% 时,平均光敏感度可下降 5dB,而节细胞丧失量达 50% 时,才会出现特征性视野缺损。因此,理论上讲,通过形态学检查监测病情,能够更早期、更敏感地发现青光眼病情的进展。

SD-OCT 是最新一代的视网膜形态学检查设备,较前一代的时域 OCT(time-domain OCT)具有更为先进的技术

特点<sup>[7]</sup>,包括更高的扫描速度和更高的分辨率以及扫描方法的改变。因此SD-OCT在青光眼的诊治中的作用有了大幅度的提升。其中最重要的作用是使用SD-OCT对GCC的分析及视盘组织的三维图像重建分析。

SD-OCT在青光眼的早期诊断中已经得到了一定程度的应用<sup>[8-10]</sup>。在一项国外的疾病普查工作<sup>[11]</sup>(Antioxydants, Lipides Essentiels, Nutrition et Maladies Oculaires ALIENOR)中,使用SD-OCT对青光眼进行筛查,并通过受试者工作曲线下面积评估各项OCT指标在青光眼诊断中的作用。结果显示,SD-OCT中的RNFL指标在人群青光眼筛查中是一项非常有效的检查手段。SD-OCT各指标在青光眼的诊断中具有较高的敏感性 & 特异性<sup>[12]</sup>,通过与视野对照,发现使用频域OCT各指标综合评估青光眼病情的敏感性为98.6%,特异性为96%;而使用单一指标对青光眼进行评价的敏感性是82.6%~95.7%,特异性是88%~94%。结果提示,综合OCT的所有参数对青光眼进行病情评估,能够达到较好的敏感性 & 特异性。另一项研究对SD-OCT在青光眼诊断的准确性 & 特异性方面进行了观察,结果发现,通过SD-OCT的使用,能够将青光眼诊断的准确性提高两倍,这种结论在各期青光眼中均有体现,尤其是针对中期青光眼<sup>[6]</sup>。

本研究是在上述研究的基础上,观察SD-OCT在监测青光眼病情进展方面的应用价值。结果发现,除了盘沿体积和杯盘横比外,大部分的视盘参数并不能很好地体现青光眼病情进展的变化。但RNFL和GCC两个参数与视野改变具有较好的相关性。

结果中RNFL及GCC的改变与视野的改变相关性最强,且以GCC为著。分析原因如下:GCC比RNFL包含有更大的信息量<sup>[13]</sup>。从范围来讲,RNFL的检查范围是视盘周围4mm大小,GCC的扫描范围是黄斑区周围7mm×7mm的范围;从厚度讲,RNFL单纯显示神经纤维层的变化,而GCC显示的是内丛状层、节细胞层和RNFL层三层结构的变化;从准确性来说,GCC测量的主要部位是黄斑区,避免了视盘结构异常,如高度近视<sup>[14]</sup>等对RNFL带来的干扰。因此在青光眼损害的评价中,GCC比RNFL能更准确、敏感地反映视网膜损害的情况。

虽然SD-OCT的部分参数显示出了与视野的变化存在明显的相关性,但是结果也同时显示,大部分的视盘参数对于青光眼患者视野进展的监测力度是不够的。即使是相关性最高的GCC,其AUC曲线下面积也未达到理想的0.8以上。由此说明,虽然SD-OCT在POAG的诊断中的作用得到了肯定,但在病情随访中的作用仍有限。

SD-OCT检查在青光眼诊断中的准确性、可重复性、敏感性 & 特异性均得到了广泛的认可,已经成为青光眼诊断不可缺少的形态学检查方法。但在青光眼病情随访方

面,通过本研究的初步探索,其敏感性与特异性未达到理想水平,上述结果期待更大量数据的验证。

#### 参考文献

- 1 Sommer A, Katz J, Quigley HA, *et al.* Clinically detectable nerve fiber layer atrophy precedes the onset of glaucoma field loss. *Arch Ophthalmol* 1991;109(1):77-83
- 2 Kass MA, Heuer DK, Higginbotham EJ, *et al.* The ocular hypertension treatment study: a randomized trial determines that topical ocular hypotensive medication delays or prevents the onset of primary open-angle glaucoma. *Arch Ophthalmol* 2002;120(6):701-713
- 3 Chen TC, Cense B, Pierce MC, *et al.* Spectral domain optical coherence tomography: ultra-high speed, ultra-high resolution ophthalmic imaging. *Arch Ophthalmol* 2005;123(12):1715-1720
- 4 Ophir A. First-visit diagnosis of preperimetric glaucoma. *Open Ophthalmol J* 2010;31(5):22-27
- 5 Delbarre M, El Chehab H, Francoz M, *et al.* Diagnostic use of macular layer analysis by SD-OCT in open angle glaucoma. *J Fr Ophthalmol* 2013;36(9):723-731
- 6 Kim KE, Oh S, Jeoung JW, *et al.* Spectral-domain optical coherence tomography in manifest glaucoma: its additive role in structural diagnosis. *Am J Ophthalmol* 2016;171(11):18-26
- 7 Kyung RS, Jong SK, Gadi W, *et al.* Imagine of the retinal nerve fiber layer with spectral domain optical coherence tomography for glaucoma diagnosis. *Br J Ophthalmol* 2011;95(7):909-914
- 8 Sato S, Hirooka K, Baba T, *et al.* Comparison of optic nerve head parameters using Heidelberg Retina Tomograph 3 and spectral-domain optical coherence tomography. *Clin Exp Ophthalmol* 2012;40(7):721-726
- 9 Gardiner SK, Johnson CA, Demirel S. The effect of test variability on the structure relationship in early glaucoma. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2012;250(12):1851-1861
- 10 Danesh-Meyer HV, Yap J, Frampton C, *et al.* Differentiation of compressive from glaucomatous optic neuropathy with spectral-domain optical coherence tomography. *Ophthalmology* 2014;121(8):1516-1523
- 11 Schweitzer C, Korobelnik JF, Le Goff M, *et al.* Diagnostic performance of peripapillary retinal nerve fiber layer thickness for detection of glaucoma in an elderly population: the ALIENOR study. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2016;57(14):5882-5891
- 12 Mwanza JC, Warren JL, Budenz DL, *et al.* Combining spectral domain optical coherence tomography structural parameters for the diagnosis of glaucoma with early visual field. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2013;54(13):8393-8400
- 13 Kim NR, Lee ES, Seong GJ, *et al.* Comparing the ganglion cell complex and retinal nerve fiber layer measurements by Fourier domain OCT to detect glaucoma in high myopia. *Br J Ophthalmol* 2011;95(8):1115-1121
- 14 Shen SY, Baskaran M, Fong AC, *et al.* Changes in the optic disc after acute primary angle closure. *Ophthalmology* 2006;113(6):924-929