

# Angio-OCT 与 FD-OCT 的眼底检查相关性分析

南新帅<sup>1</sup>, 罗 灵<sup>2</sup>, 李雨心<sup>3</sup>, 聂 闯<sup>2</sup>, 胡莲娜<sup>2</sup>

基金项目:国家自然科学基金资助项目(No. 81271016)

作者单位:<sup>1</sup>(100101)中国北京市,安徽医科大学解放军 306 医院临床学院;<sup>2</sup>(100101)中国北京市,解放军 306 医院眼科;<sup>3</sup>(400038)中国重庆市,第三军医大学

作者简介:南新帅,在读硕士研究生,研究方向:白内障、神经眼科。

通讯作者:胡莲娜,硕士研究生导师,眼科主任,研究方向:白内障、神经眼科. hulianna306@163.com

收稿日期:2016-02-23 修回日期:2016-07-14

## Correlation analysis of fundus examinations with Angio-OCT and FD-OCT

Xin-Shuai Nan<sup>1</sup>, Ling Luo<sup>2</sup>, Yu-Xin Li<sup>3</sup>, Chuang Nie<sup>2</sup>, Lian-Na Hu<sup>2</sup>

<sup>1</sup>The 306<sup>th</sup> Clinical College of PLA, Anhui Medical University, Beijing 100101, China; <sup>2</sup>Department of Ophthalmology, the 306<sup>th</sup> Hospital of PLA, Beijing 100101, China; <sup>3</sup>Third Military Medical University, Chongqing 400038, China

Correspondence to: Lian-Na Hu. Department of Ophthalmology, the 306<sup>th</sup> Hospital of PLA, Beijing 100101, China. hulianna306@163.com

Received:2016-02-23 Accepted:2016-07-14

## Abstract

• AIM: To compare the coherence and difference on the fundus examination made with two kinds of optical coherence tomography (OCT): Angio-OCT and fourier domain-optical coherence tomography (FD-OCT).

• METHODS: Using Angio-OCT and FD-OCT to measure the retinal nerve fiber layer (RNFL) thickness, optic parameters, and ganglion cell complexes (GCC) thickness from 20 subjects respectively. The coherence was tested with Pearson's correlation coefficient, the difference was tested with paired Student *t* testing.

• RESULTS: The total correlation of the RNFL thickness, optic parameters, GCC thickness made with two kinds of OCT was between 0.7-0.8; the RNFL thickness, optic disk area etc. made with the Angio-OCT were lower than those made with FD-OCT except for the GCC thickness.

• CONCLUSION: The results made with two kinds of OCT from the same subject has certain coherence, but cannot be compared directly.

• KEYWORDS: Angio-optical coherence tomography; fourier domain-optical coherence tomography; correlation; optic disk; retinal nerve fiber layer

Citation: Nan XS, Luo L, Li YX, et al. Correlation analysis of fundus examinations with Angio-OCT and FD-OCT. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2016;16(8):1543-1547

## 摘要

目的:比较两种光学相干断层成像术(optical coherence tomography, OCT):血流成像光学相干断层成像术(Angio-optical coherence tomography, Angio-OCT)和傅立叶域光学相干断层成像术(Fourier domain-optical coherence tomography, FD-OCT)眼底检查的相关性及差异性。

方法:分别用 Angio-OCT 和 FD-OCT 测量 20 例受试者双眼神经纤维层厚度、视盘各参数和节细胞复合体厚度等,并对两种仪器测量值进行比较,采用 Pearson 相关分析研究两种仪器测量值的相关性,用配对样本 *t* 检验比较两种仪器测量值的差异性。

结果:(1)两种 OCT 所测 RNFL 厚度、视盘参数及 GCC 厚度,总体相关性为 0.7~0.8。(2)Angio-OCT 所测 GCC 厚度比 FD-OCT 所测平均值高,但其它参数如 RNFL 厚度、视盘面积等,Angio-OCT 的测量值普遍比 FD-OCT 的测量值低。

结论:两种 OCT 的测量值(RNFL 厚度、视盘参数、GCC 厚度)有一定相关性,但不能直接比较。

关键词:血流成像光学相干断层成像术;傅立叶域光学相干断层成像术;相关性;视盘;神经纤维层

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2016.8.38

引用:南新帅,罗灵,李雨心,等. Angio-OCT 与 FD-OCT 的眼底检查相关性分析. *国际眼科杂志* 2016;16(8):1543-1547

## 0 引言

现已证实,在青光眼、高度近视等疾病中,视网膜神经纤维层(retinal nerve fiber layer, RNFL)的损害发生在视野缺损及视盘损害之前<sup>[1-3]</sup>。视盘形态的改变也被认为是青光眼视神经病变及其进展的重要标志<sup>[4-6]</sup>。应用图像技术对视盘、RNFL 厚度及黄斑厚度的定量检测已经成为青光眼、高度近视、视神经萎缩等前部视路疾病的诊断和随访的重要工具<sup>[7-9]</sup>。各种眼底检测新技术随之发展而来,其中一项便是光学相干断层扫描成像术(optical coherence tomography, OCT)。

OCT 可以对视网膜及 RNFL 提供实时、客观、可重复性的检测,并且是一种非接触性、非侵入性、高分辨率的生物活体组织结构成像技术<sup>[4]</sup>。2003 年 Fercher 等提出了傅立叶域光学相干断层成像术(FD-OCT),分辨率及扫描速度较时域 OCT 得到明显提高(纵向分辨率 5 $\mu$ m, 横向分辨率 8 $\mu$ m, 扫描速度 26000A 扫描/s)<sup>[10]</sup>。在 FD-OCT 的基础上推出的新型血流成像光学相干断层成像术(Angio-OCT),扫描速度再次提升,达到 70000A 扫描/s;纵向分辨率 5 $\mu$ m,横向分辨率达到了 3 $\mu$ m。青光眼、高度近视、视神经萎缩等眼底疾病均是一种慢性进展性疾病,需要长期随访并与前次 OCT 检查结果进行比较,进而判断疾病的进展情况。对于 Angio-OCT 和 FD-OCT,由于

表1 不同部位两种仪器所测 RNFL 厚度比较

部位	Angio-OCT	FD-OCT	相关系数	<i>t</i>	<i>P</i>
平均 RNFL	104.30±15.04	107.9±14.17	0.90	-3.636	0.001
上部 RNFL	105.80±15.93	111.3±15.54	0.87	-4.393	0.000
下部 RNFL	102.60±15.21	104.5±14.10	0.87	-4.393	0.000

表2 不同部位两种仪器所测参数比较

部位	Angio-OCT	FD-OCT	相关系数	<i>t</i>	<i>P</i>
视盘面积(mm <sup>2</sup> )	2.14±0.34	2.54±.51	0.72	-7.262	0.000
视杯面积(mm <sup>2</sup> )	0.69±0.42	0.89±0.54	0.47	-2.479	0.018
盘沿面积(mm <sup>2</sup> )	1.45±0.51	1.53±0.53	0.78	-2.414	0.021
视杯体积(mm <sup>3</sup> )	0.10±0.10	0.23±0.22	0.39	-4.086	0.000
杯盘比	0.29±0.16	0.33±0.19	0.77	-2.274	0.029

分辨率、扫描速率、硬件及软件版本的不同,对同一患者的检查结果可能存在差异,而这些差异有无统计学意义及临床意义国内外尚未见相关报道。

针对上述临床中需要解决的问题,本次研究拟比较 Angio-OCT 与 FD-OCT 在测量 RNFL 厚度、视盘各参数及黄斑区 GCC 厚度方面的相关性和差异性,为临床医生在解读不同 OCT 报告结果时提供参考。

### 1 对象和方法

**1.1 对象** 选取 2015-04-01/04-20 门诊连续性病例 20 例 40 眼,男 8 例 16 眼,女 12 例 24 眼,平均年龄 43.4±16.29 岁,包括正常眼 15 例 30 眼,可疑青光眼 2 例 4 眼,白内障 1 例 2 眼,屈光不正 2 例 4 眼。入选标准:(1)眼压低于 21mmHg;(2)屈光介质尚透明;(3)视盘及视网膜结构正常;(4)固视较好;(5)无严重的眼底病变。排除标准:(1)眼压高于 21mmHg;(2)严重的屈光介质混浊,眼底不能窥入;(4)严重的眼底病变;(5)固视不佳者。

### 1.2 方法

**1.2.1 仪器** Angio-OCT(美国 Optovue 公司, AVANTI RTVue XR,纵向分辨率 5μm,横向分辨率 3μm,扫描速度 70000A 扫描/s,软件版本 2014.2.0.93);FD-OCT(美国 Optovue 公司, RTVue-100,纵向分辨率 5μm,横向分辨率 8μm,扫描速度 26000A 扫描/s,软件版本:4.0.5.100)。

**1.2.2 数据采集及分析** 受试者暗视环境下分别用两种 OCT 按以下方法进行眼底扫描:(1)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以及视盘周围 4mm 的 RNFL 厚度,扫描环直径 3.45mm,RNFL 厚度包括平均 RNFL 厚度、上部 RNFL 厚度、下部 RNFL 厚度。(2)GCC 模块:扫描的方法包括水平方向扫描线(经过黄斑中心凹)和垂直方向扫描线扫描黄斑区 7mm×7mm 范围内的 GCC 厚度,分析数据时排除了黄斑中心凹 1mm<sup>2</sup>范围。选择信号强度评分在 40 分以上的图片存盘,计算机自动分析得到 GCC 的 3 个厚度参数:平均 GCC 厚度、上部 GCC 厚度、下部 GCC 厚度。

**1.2.3 观察指标** 视盘参数(视盘面积、视杯面积、盘沿面积、视盘容积、视杯容积、杯盘比、水平杯盘比、垂直杯盘比)、神经纤维层厚度、GCC 厚度、FLV%、GLV%。

**1.2.4 注意事项** (1)避免眼球运动;(2)环形扫描时以视盘为中心,避免扫描中心的偏差。

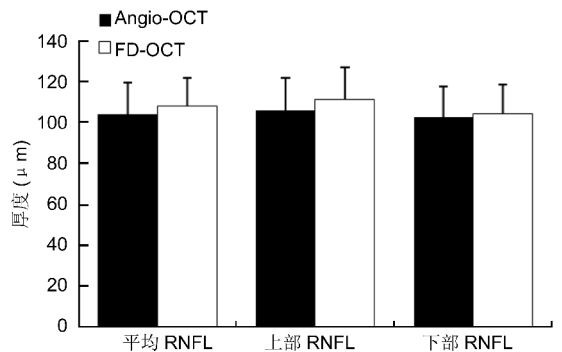


图1 两种仪器所测不同部位 RNFL 厚度比较。

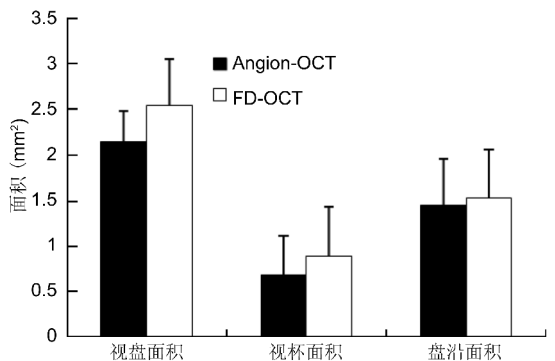


图2 两种仪器所测视盘各参数比较。

统计学分析:采用 SPSS 20.0 软件统计两种仪器所测数据,用 Pearson 相关性分析研究两仪器测量值的相关性,配对 *t* 检验研究两仪器测量值的差异性,*P*<0.05 时为差异有统计学意义。

### 2 结果

**2.1 两种仪器所测 RNFL 厚度** 对于不同部位 RNFL 厚度,Angio-OCT 测量值均低于 FD-OCT 测量值,且差异均有统计学差异(*P*<0.05),见表 1,图 1。

**2.2 两种仪器所测视盘各参数** 在视盘面积、视杯面积、盘沿面积、杯盘比等参数的测量中,Angio-OCT 的测量值均低于 FD-OCT 的测量值,差异均有统计学差异(*P*<0.05),表 2,图 2,3。

**2.3 两种仪器所测 GCC 厚度** 在视网膜 GCC 厚度测量中,Angio-OCT 测量值要高于 FD-OCT 测量值,仅上部 GCC 厚度测量值差异有统计学意义(*P*<0.05),见表 3,图 4。

表 3 不同部位两种仪器所测 GCC 厚度情况 ( $\bar{x} \pm s, \mu\text{m}$ )

部位	Angio-OCT	FD-OCT	相关系数	<i>t</i>	<i>P</i>
平均 GCC	100.51±24.30	94.38±7.70	0.61	1.889	0.066
上部 GCC	99.59±21.18	92.46±15.98	0.34	2.080	0.044
下部 GCC	101.43±28.42	94.30±7.78	0.60	1.841	0.073
FLV (%)	1.23±2.11	1.38±2.27	0.92	-1.121	0.269
GLV (%)	3.02±6.60	8.62±6.24	0.78	-7.008	0.000

注: FLV% 局部丢失体积百分率; GLV% 整体丢失体积百分率。

表 4 三位小视杯患者的视盘参数对比

患者	视杯体积		视盘体积		杯盘比		水平杯盘比		垂直杯盘比		cup area	
	Angio-OCT	FD-OCT	Angio-OCT	FD-OCT	Angio-OCT	FD-OCT	Angio-OCT	FD-OCT	Angio-OCT	FD-OCT	Angio-OCT	FD-OCT
甲	0.02	0.00	1.64	1.68	0.09	0.00	0.35	0.00	1.68	0.00	0.15	0.00
乙	0.00	0.00	1.86	2.30	0.04	0.05	0.42	0.29	2.18	0.36	1.26	0.12
丙	0.00	0.00	1.86	2.30	0.00	0.00	0.00	0.00	2.26	0.00	0.00	0.00

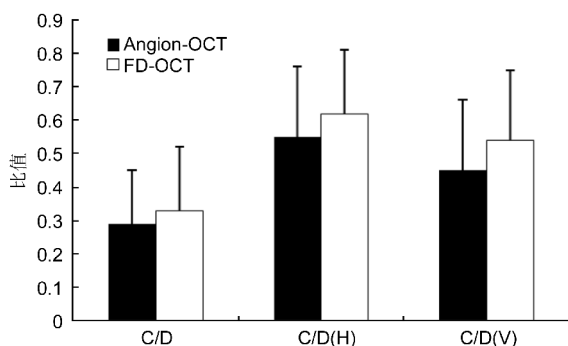


图 3 两种仪器所测杯盘比比较。

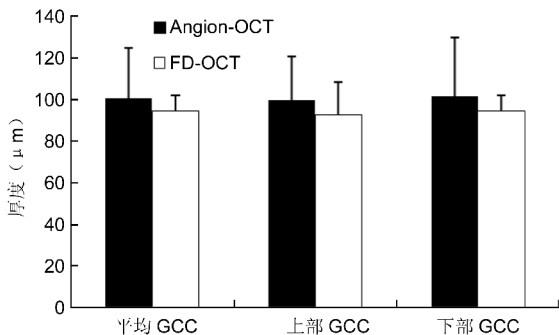


图 4 两种仪器所测不同部位 GCC 厚度比较。

#### 2.4 两种仪器所测局部丢失体积和总体丢失体积情况

在丢失体积方面, Angio-OCT 测量值低于 FD-OCT 测量值, 局部丢失体积百分率 (focal loss volume, FLV%) 测量值差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ ), 但总体丢失体积百分率 (general loss volume, GLV%) 测量值差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ ), 图 5。

**2.5 典型病例** 三例受试者分别用两种 OCT 所测视盘参数及视盘图像 (表 4, 图 6)。对于视杯较浅的患者, FD-OCT 无法识别而 Angio-OCT 仍可识别。图 7 所示为患者丁不同 OCT 所拍摄的右眼视盘图像。Angio-OCT 显示其颞侧部位视神经纤维层厚度变化已超出正常范围, 其余部位大多处于临界值, 而 FD-OCT 仅鼻上、颞上和下部超出正常范围。图 8 所示为患者戊不同 OCT 所测视网膜 GCC 厚度图像: Angio-OCT 提示该患者黄斑周围大部分 GCC 厚度存在异常, 而 FD-OCT 仅提示鼻侧部分异常。

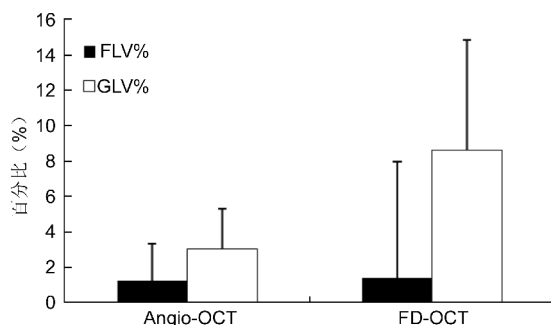


图 5 两种仪器所测丢失体积百分率比较。

### 3 讨论

本研究发现两种 OCT 所测 RNFL 厚度、视盘参数及 GCC 厚度, 总体相关性为 0.7 ~ 0.8。Angio-OCT GCC 厚度、FLV%、GLV% 等测量平均值比 FD-OCT 测量平均值高, 但其它参数, 包括 RNFL 厚度、视盘面积等, Angio-OCT 的测量值普遍比 FD-OCT 的测量值低。

**3.1 视盘周围 RNFL 厚度** 测量及评估视乳头周围 RNFL 厚度对于青光眼的诊断及随访意义重大, RNFL 厚度变薄常是开角型青光眼的第一个体征<sup>[11]</sup>。本研究发现两种仪器视盘各部位 RNFL 厚度测量值呈正相关, 相关系数 0.9, 但测量值有统计学差异。Sehi 等分别用时域 OCT 与谱域 OCT 测量同一批受试者 RNFL 厚度, 发现两者不能直接比较<sup>[12-14]</sup>。此外 Leite 等<sup>[15]</sup>研究了三种谱域 OCT 在测量 RNFL 厚度方面的一致性, 发现不同谱域 OCT 之间的测量值不能直接比较。本试验结论与之类似。特别注意的是: OCT 报告显示测量值的异常或正常, 即定性方面, 两种仪器的不一致可能会干扰对病变程度的评估。如图 7 所示, 患者丁不同 OCT 所拍摄的右眼视盘图像, Angio-OCT 提示其颞侧 RNFL 厚度超出正常范围, 其余部位大多处于临界值, 而 FD-OCT 提示仅鼻上、颞上和下部超出正常范围, 两种 OCT 在同一部位的定性诊断上出现较大差异。

**3.2 视乳头参数** 两种仪器所测视盘参数相关性为 0.39 ~ 0.78, Angio-OCT 测量值普遍低于 FD-OCT 测量值, 且差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ , 表 2)。视盘形态的改变 (如视杯、盘沿等) 是青光眼进展期的重要生物学标志, 而视盘形态的测量受扫描速度、分辨率、受试者固视状态、操作者

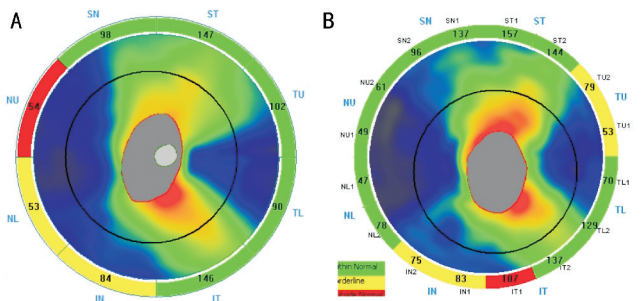


图6 患者甲右眼视盘 OCT 图像 A:Angio-OCT;B:FD-OCT。

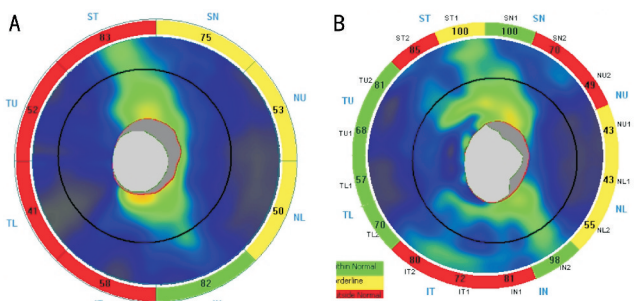


图7 患者丁视盘周围 RNFL 厚度 A:Angio-OCT;B:FD-OCT。

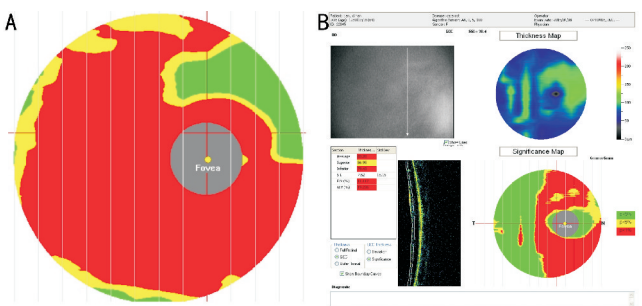


图8 患者戊 GCC 厚度 A:Angio-OCT;B:FD-OCT。

等多种因素的影响,也是两种仪器测量值产生差异的主要原因。本研究中有三位小视杯的受试者(表4):患者甲的检查结果(表4,图6):FD-OCT 视杯面积测量值为0(不能识别),而 Angio-OCT 的测量值为0.02(可以识别),图6也可以看出:FD-OCT 中未见视杯形态,而 Angio-OCT 却可以看到一个极小的视杯,说明 Angio-OCT 的识别能力高于 FD-OCT。

**3.3 GCC 厚度** 黄斑区 GCC 厚度的测量与传统的视盘周围神经纤维层厚度的测量有相似的意义,其受损发生在可观察的视野缺损之前<sup>[16]</sup>。本研究中,两仪器所测平均 GCC 厚度、上下部 GCC 厚度及 FLV%, GLV% 相关性为 0.34~0.92,上部 GCC 测量值有统计学(表3)。Angio-OCT 测量值均低于 FD-OCT 的测量值。如图8所示,其中1例受试者右眼 GCC 图像:Angio-OCT 提示该患者黄斑周围大部分 GCC 厚度存在异常,而 FD-OCT 仅提示鼻侧部分异常。

**3.4 两种 OCT 测量值差异分析** (1)扫描速率的不同:Angio-OCT 的扫描速率为 70000A 扫描/s,FD-OCT 的扫描速率为 26000A 扫描/s,由于扫描速率的提高,使成像速度加快,采集图像时间缩短,可尽量保证每次获取的图像都在同一部位,而且可降低测量时眼球运动造成的误差,提高测量的精确性和稳定性。(2)分辨率的不同:Angio-

OCT 纵向分辨率 5 $\mu$ m,横向分辨率为 3 $\mu$ m,FD-OCT 纵向分辨率 5 $\mu$ m 横向分辨率 8 $\mu$ m。分辨率越高,越容易识别微小的改变及获得更高的图像质量。(3)数据库的不同:两种仪器的数据库在性别、种族的分布和数量上不同,而这些因素会影响视盘参数、RNFL 厚度及 GCC 厚度的测量。(4)扫描环位置及信号强度:视盘地形图的测量要求扫描环应对准视盘的中心,由于两仪器软件、分辨率及操作者对两种仪器操作熟练度的不同,导致其对视盘中心及视盘边缘的界定存在差异,使得扫面环的位置出现偏差,而扫描环的位置可影响神经纤维层厚度的测量,任何方向的移动都会导致移动方向视盘边 RNFL 厚度测量值的增加以及对侧测量值的减小<sup>[17]</sup>。信号强度代表了图像的质量,是精确测量和可重复性测量的基础,Na 等<sup>[18]</sup>研究表明:信号强度的增加可导致所测 RNFL 厚度的增加,Zhang 等<sup>[19]</sup>研究也表明信号强度可以影响神经纤维层厚度的测量。由于操作者因素及机器本身因素,两种仪器在获取同一位置时的信号强度不同,可能会对测量值产生影响。

本文样本量小、没有按病种分类、未测量受试者屈光度等参数,更精确的结论还需大样本验证。总之,对同一受试者的眼底各参数进行测量,两种 OCT 的测量值有一定相关性,然而有相关性并不代表测量值相同,临床工作中,临床医生在阅读不同 OCT 的检查结果时应当意识到不同 OCT 之间存在的系统差异,避免因仪器不同影响对疾病的评估。

**参考文献**

- Huang D, Swanson EA, Lin CP, et al. Optical coherence tomography. *Science* 1991;254(5035): 1178-1181
- Tuulonen A, Lehtola J, Airaksinen PJ. Nerve fiber layer defects with normal visual fields. Do normal optic disc and normal visual field indicate absence of glaucomatous abnormality? *Ophthalmology* 1993; 100(5): 587-597; discussion 597-598
- Quigley HA, Katz J, Derick RJ, et al. An evaluation of optic disc and nerve fiber layer examinations in monitoring progression of early glaucoma damage. *Ophthalmology* 1992; 99(1): 19-28
- Mumcuoglu T, Wollstein G, Wojtkowski M, et al. Improved visualization of glaucomatous retinal damage using high-speed ultrahigh-resolution optical coherence tomography. *Ophthalmology* 2008;115(5): 782-789
- Tezel G, Siegmund KD, Trinkaus K, et al. Clinical factors associated with progression of glaucomatous optic disc damage in treated patients. *Arch Ophthalmol* 2001;119(6): 813-818
- Johnson CA, Keltner JL, Krohn MA, et al. Photogrammetry of the optic disc in glaucoma and ocular hypertension with simultaneous stereo photography. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1979; 18(12): 1252-1263
- Lee EJ, Kim TW, Park KH, et al. Ability of Stratus OCT to detect progressive retinal nerve fiber layer atrophy in glaucoma. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2009;50(2): 662-668
- Rauscher FM, Sekhon N, Feuer WJ, et al. Myopia affects retinal nerve fiber layer measurements as determined by optical coherence tomography. *J Glaucoma* 2009;18(7): 501-505
- Jeoung JW, Kim SH, Park KH, et al. Quantitative assessment of diffuse retinal nerve fiber layer atrophy using optical coherence

tomography: diffuse atrophy imaging study. *Ophthalmology* 2010; 117(10): 1946-1952

10 Leitgeb R, Drexler W, Unterhuber A, et al. Ultrahigh resolution Fourier domain optical coherence tomography. *Opt Express* 2004; 12(10): 2156-2165

11 黄晶晶. 时域 OCT 与频域 OCT 测量黄斑区视网膜厚度及视网膜神经纤维层厚度的研究. 中山大学 2009

12 Sehi M, Grewal DS, Sheets CW, et al. Diagnostic ability of Fourier-domain vs time-domain optical coherence tomography for glaucoma detection. *Am J Ophthalmol* 2009; 148(4): 597-605

13 Leung CK, Chiu V, Weinreb RN, et al. Evaluation of retinal nerve fiber layer progression in glaucoma: a comparison between spectral-domain and time-domain optical coherence tomography. *Ophthalmology* 2001; 118(8): 1558-1562

14 Knight OJ, Chang RT, Feuer WJ, et al. Comparison of retinal nerve fiber layer measurements using time domain and spectral domain optical coherent tomography. *Ophthalmology* 2009; 116(7): 1271-1277

15 Leite MT, Rao HL, Weinreb RN, et al. Agreement among spectral-domain optical coherence tomography instruments for assessing retinal nerve fiber layer thickness. *Am J Ophthalmol* 2011; 151(1): 85-92

16 许小兰, 郭竞敏, 陆朵朵, 等. HD-OCT 测量黄斑区神经节细胞层-内丛状层厚度对开角型青光眼诊断的意义. *国际眼科杂志* 2015; 15(4): 608-613

17 Gabriele ML, Ishikawa H, Wollstein G, et al. Optical coherence tomography scan circle location and mean retinal nerve fiber layer measurement variability. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2008; 49(6): 2315-2321

18 Na JH, Sung KR, Lee Y. Factors associated with the signal strengths obtained by spectral domain optical coherence tomography. *Korean J Ophthalmol* 2012; 26(3): 169-173

19 Zhang X, Iverson SM, Tan O, et al. Effect of signal intensity on measurement of ganglion cell complex and retinal nerve fiber layer scans in Fourier-Domain Optical Coherence Tomography. *Transl Vis Sci Technol* 2015; 4(5): 7

## 科技期刊对论文题目的要求

题名,是论文的总纲,是能反映论文最主要的特定内容的最恰当、最简明的词语的逻辑组合。

首先,题名应准确得体。应以最恰当的词语反映论文的特定内容,把论文的主题明白无误地告诉读者,并且使之起到画龙点睛、启迪读者阅读兴趣的作用。题名的用词十分重要,它直接关系到读者对论文取舍的态度,务必字字斟酌。题名不能使用笼统和华而不实的词语,一般也不用主、谓、宾齐全的完整句子,而用以名词性词组做中心语的偏正词组并切忌写成标语口号似的“题名”。

其次,题名应简短精练。GB/T 7713-1987 规定,论文题名一般不超过 20 个汉字。在拟定题名或编辑加工时,应删去多余的词语,避免存在无用的字和词。这是为了醒目,便于记忆和引用。使用简短的题名而语意未尽时,或系列工作分篇报道时,可借助于副题名,以补充题名之不足。

第三,题名应便于检索。题名所用的词语必须有助于选定关键词和编制题录、索引等二次文献,以便为检索提供特定的实用信息。这就要求题名中一定要有反映论文特定内容的关键词,关键词多一些更好。

第四,题名应容易认读。题名中应当避免使用数学公式、化学结构式,以及非共知共用的缩略词、首字母缩写字、字符、代号等。

摘自《科学技术期刊编辑教程》