

频域光学相干断层扫描在白内障患者术前检查中的应用

祁勇军, 杨 旸, 梁凤鸣, 邓建华, 刘婉君, 谢晓燕

(广东省中医院珠海医院眼科, 广东 珠海 519000)

摘 要:【目的】探讨新一代频域光相干断层扫描(SDOCT)在白内障术前检查中的作用和成效。【方法】随机选取 2009 年 6 月至 2010 年 6 月在我院行白内障超声乳化及人工晶体植入手术患者共计 454 例, 实验组使用海德堡公司生产的 Spectralis HRA-OCT, 采用标准快速 OCT 检查模式, 对白内障患者进行术前视网膜检查, 获取 OCT 图像, 判断视网膜疾病。对照组采用 KOWA 眼底相机采集视网膜图像, 判断视网膜疾病。对比两种检查方法对视网膜疾病的检出率。【结果】实验组共有 312 例成功获取 OCT 图像, 占总数 67.8%, 检查出白内障术前病例共有 37 例存在不同类型的视网膜疾病, 检出率为 8.15%, 其中有各期黄斑裂孔 6 例、糖尿病视网膜病变 8 例、视网膜前膜与高度近视性视网膜病变各 4 例、黄斑玻璃体牵拉症 3 例、老年性黄斑变性、视网膜色素变性、黄斑囊样水肿各 2 例、陈旧性中心性浆液性脉络膜视网膜病变、视网膜色素上皮脱离、结晶样视网膜病变、黄斑下疤痕增殖、视网膜劈裂及视网膜下出血各 1 例。对照组通过眼底彩照可检查出阳性病例 12 例, 阳性率 2.64%, 其中有糖尿病视网膜病变 8 例、视网膜色素变性 2 例、视网膜结晶样变性 1 例、视网膜下出血 1 例。两种方法对视网膜疾病检出率有统计学差异($P < 0.05$)。【结论】与传统的眼科影像学方法相比, SDOCT 可以有效提高白内障术前视网膜疾病的检出率, 有利于对白内障预后效果的综合判断。

关键词: 体层摄影术, 光学相干; 白内障; 视网膜疾病

中图分类号: R770.43

文献标志码: A

文章编号: 1672-3554(2011)04-0521-06

Application of Spectral Domain Optical Coherence Tomography in Preoperative Examination of Patients with Cataract

QI Yong-jun, YANG Yang, LIANG Feng-ming, DENG Jian-hua, LIU Wan-jun, XIE Xiao-yan

(Department of Ophthalmology, Zhuhai Hospital of Guangdong Province Traditional Chinese Medical Hospital, Zhuhai 519015, China)

Abstract: 【Objective】 To investigate the role and effectiveness of a new generation Spectral-domain optical coherence tomography (SD-OCT) examination before cataract surgery. 【Methods】 A total of 454 cases of cataract patients who went through phacoemulsification and intraocular lens implantation surgery in our hospital from June 2009 to June 2010 were chosen randomly. In experimental group, we examined all patients through the Heidelberg Spectralis HRA-OCT, using standard fast mode, obtained OCT images to diagnose retina diseases. In control group, we took color fundus photographs through KOWA fundus camera to determine retina diseases. Two sets of data were compared. Two methods of detection rate of retinal diseases were analyzed. 【Results】 In experimental group, a total of 312 cases successfully obtained OCT images, accounting for 67.8% of the total. Of all the preoperative cataract patients, 37 patients presented with different types of retinal diseases, the detection rate was 8.15%, including 6 cases of macular holes, 8 cases of diabetic retinopathy, 4 cases of pre-retinal membrane of the macula and high myopic retinopathy respectively, 3 cases of macular vitreous traction syndrome, 2 cases of age-related macular degeneration, pigmentary degeneration of the retina, cystoid macular edema respectively, and old central serous chorioretinopathy, retinal pigment epithelial detachment, crystal-like retinopathy, scar proliferation under the macular, retinoschisis and retinal hemorrhage in 1 single case. In control group, there were 12 positive cases observed through fundus color photos, the detection rate was 2.64%, including 8 cases of diabetic retinopathy, 2 cases of pigmentary degeneration of the retina and 1 case of crystal-like retinopathy, 1 case of retinal hemorrhage. Two methods of detection rate of retinal diseases were statistically different ($\chi^2 = 13.842, P < 0.05$). 【Conclusions】 Compared to the traditional ophthalmic imaging examinations, SDOCT can greatly elevate the detection rate of retinal diseases in pre-cataract patients which are so important in the comprehensive prognosis evaluations.

Key words: tomography; optical coherence; cataract; retinal disease

[J SUN Yat-sen Univ(Med Sci), 2011, 32(4):521-526]

收稿日期: 2011-02-15

基金项目: 广东省中医药局“2010 年建设中医药强省”立项课题(2010327)

作者简介: 祁勇军, 硕士, 副主任医师, 研究方向: 白内障、青光眼、准分子激光, E-mail: qiyj@163.com

一部分无术中并发症的白内障患者在术后出现低视力现象,其中重要原因是术前存在多种视网膜疾病^[1]。因此白内障手术前对视网膜尤其是黄斑部的检查非常重要,然而因为白内障患者屈光间质不同程度地发生混浊,眼科常规检查难以观察到清晰的黄斑图像。自光学相干断层扫描术(optical coherence tomography, OCT)^[2]的问世以来,精细地观察视网膜成为可能。而频域 OCT(spectral-domain OCT, SDOCT)是最近几年眼科领域具有划时代意义的事件,其对视网膜超高的分辨率、快速的成像过程和几无偏差的跟踪定位功能,使视网膜疾病的诊断水平达到了一个新的高度,成为极有价值的新型检查手段,在眼科的应用领域逐渐扩大,并成为新的研究热点^[3],逐步应用于视网膜、白内障及青光眼相关研究^[4-5],但在白内障术前检查应用方面尚未见公开报道。我科室应用新一代频域 OCT 设备,尝试在白内障手术前进行视网膜疾病筛查,以利于判断患者预后,取得一定成效,提高了白内障手术前视网膜疾病的检出率,现报告如下。

1 材料和方法

1.1 病例资料

随机选取 2009 年 6 月至 2010 年 6 月在我院行白内障超声乳化及人工晶体植入手术患者共计 454 例,其中男性患者 176 例,占 38.8%,年龄最大 93 岁,最小 12 岁,平均 67($S = 14$)岁;女性患者 278 例,占 71.2%,年龄最大 102 岁,最小 5 岁,平均 71($S = 11$)岁。

1.2 实验方法

1.2.1 常规检查 ①采用国际标准视力表,在日常照明下,检查最佳矫正视力。②裂隙灯显微镜检查眼前节结构。③散瞳后眼底镜及裂隙灯配合前置镜检查眼底。④A 超检查测量人工晶体度数。⑤由同一名医生以 LOCSII 标准进行白内障分级评估测定。

1.2.2 实验组频域 OCT 检查 本组临床实验中,每一例白内障患者术前检查时均散瞳孔,使用海德堡公司生产的 Spectralis HRA-OCT,采用 870 nm 具有高穿透力的扫描光和 Eye Tracking 技术,扫描速度为 40 000 A-scans/s,轴向分辨率可达到 5 μm ,扫描线长度最大 12 mm,观察范围 15°~30°。采用

OCT 检查模式中“Fast 模式”,以黄斑部为中心,范围 6 mm × 8.5 mm,观察范围 30°,25 层切面,尝试 OCT 检查,如果因屈光间质混浊程度较重而难以获取所有切面图像,则采用单次扫描模式。术前通过获取的 OCT 图像诊断视网膜疾病。

实验组患者经过手术屈光间质恢复透明后,术后 2~3 d(出院当天)再行 OCT 检查随访,对于某些术前 OCT 检出的疑似病例(糖尿病视网膜病变、老年性黄斑变性、黄斑囊样水肿),术后 1 周行眼底荧光造影(fundus fluorescence angiography, FFA)检查予以确诊。

1.2.3 对照组眼底彩色照相检查 同一白内障患者散瞳后,采用 KOWA 眼底相机采集视网膜图像,根据获取的眼底图像诊断视网膜疾病。有价值的视网膜彩照为可以分辨 4 条视网膜分枝血管的图像。

1.3 统计分析

根据两组检查实验获取的阳性病例,对比两种检查方式在白内障术前检查的有效性。使用 SPSS 16.0 软件,计数资料采用百分数表示,组间比较采用 χ^2 检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 病例组获取的 OCT 图像

在 454 例患者中,共有 312 例成功获取 OCT 图像,占 68.7%,其中共有 37 例患者(阳性病例)通过术前 OCT 检查提示视网膜疾病,阳性病例占患者总数的 8.15%。术后 2~3 d 通过再次 OCT 检查,或术后 1 周通过 FFA 予以确认,与术前 OCT 结果判断符合率为 100%。阳性病例包括:各期黄斑裂孔 6 例(I 期 2 例,II 期 1 例,III 期 1 例,IV 期 2 例);糖尿病视网膜病变 8 例;视网膜前膜 4 例;高度近视性视网膜病变 4 例;老年性黄斑变性 2 例;视网膜色素变性 2 例;黄斑囊样水肿 2 例;黄斑玻璃体牵拉 3 例;陈旧性中心性浆液性视网膜脉络膜脱离、视网膜色素上皮脱离、结晶样视网膜病变、黄斑下疤痕增殖、视网膜劈裂、视网膜下出血各 1 例(图 1~4)。

2.2 对照组获取的 OCT 图像

对照组可以获取有价值的眼底彩照 213 例,获取率为 46.91%。通过眼底彩照在术前可以诊断出阳性病例 12 例,其中包括糖尿病视网膜病变 8 例,视网膜色素变性 2 例,结晶样视网膜病变 1 例,视网膜

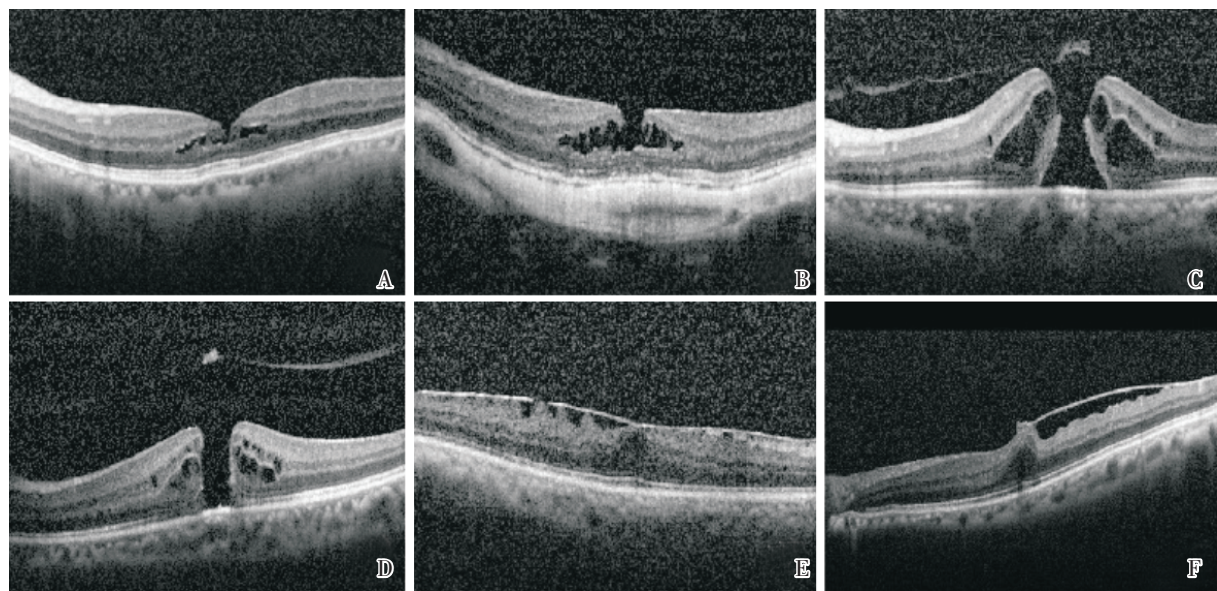


图 1 玻璃体视网膜交界区疾病 OCT 图像

Fig.1 OCT images of vitreoretinal junction disease

A, B, C, D; macular hole stage I , II , III , and IV , respectively;E; pre-retinal membrane of the macula; F; macular vitreous traction syndrome

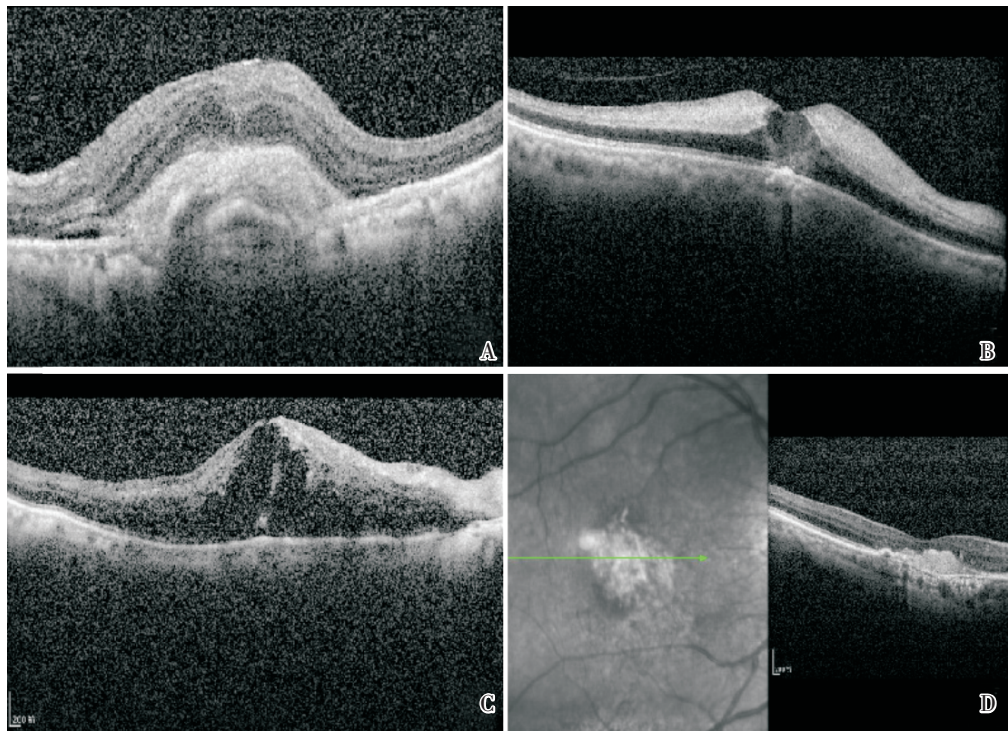


图 2 黄斑部疾病 OCT 图像

Fig.2 OCT images of macular disease

A; age-related macular degeneration;B; old central serous chorioretinopathy;C; cystoid macular edema;D; scar proliferation under the macular

下出血 1 例(图 4)。阳性病例占实验组患者 2.64%。

2.3 眼底彩照与频域 OCT 的比较

通过眼底彩照可以诊断病变范围广的视网膜疾病,对于涉及黄斑部的视网膜疾病分辨率较低,

不能得出有效的临床诊断,而频域 OCT 对视网膜疾病尤其是黄斑部疾病的敏感性远高于眼底彩照,对视网膜病变的检出率高于眼底彩照,两者差异有统计学意义($\chi^2 = 13.483, P < 0.05$)。

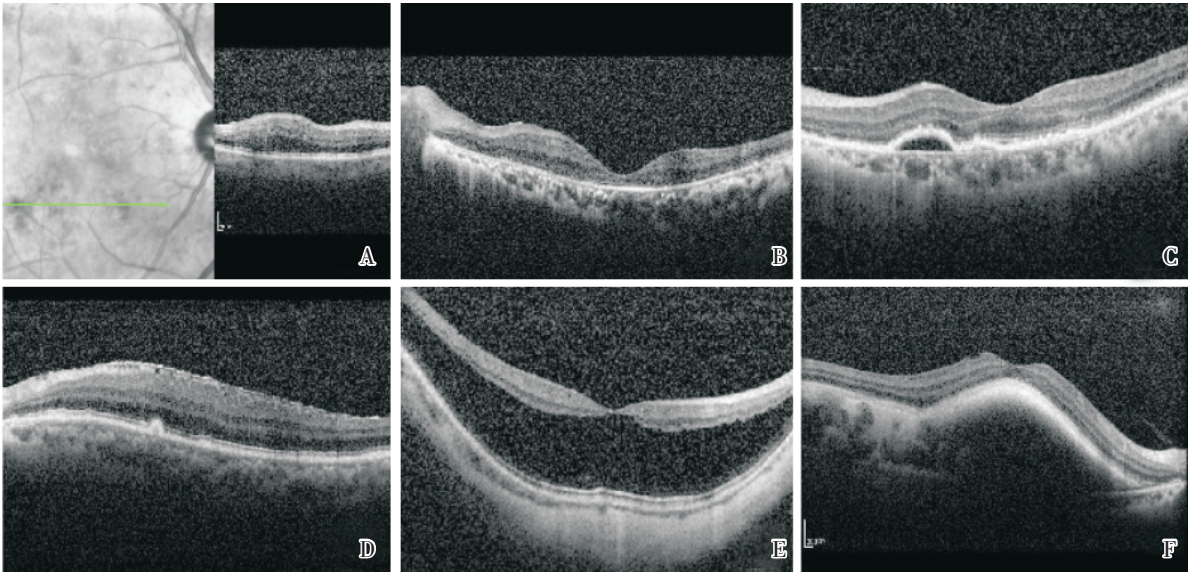


图 3 视网膜疾病 OCT 图像
Fig.3 OCT images of retinal diseases

A: diabetic retinopathy; B: pigmentary degeneration of the retina; C: retinal pigment epithelial detachment; E: crystal-like retinopathy; E: retinoschisis; F: retinal hemorrhage



图 4 视网膜彩照
Fig.4 Color fundus photographs

A: blurred image of cataract patient; B: cataract with diabetic retinopathy, stage I; C: cataract with crystal-like retinopathy

表 1 OCT 组与眼底彩照组视网膜疾病检查阳性率比较
Table 1 Comparison of the positive rate for retina diseases examinations between OCT group and color fundus photographs group (CFP group)

Groups	Positive cases	Negative cases	Total cases	Positive rate
OCT	37	417	454	8.15%
CFP	12	442	454	2.64%

$\chi^2 = 13.483, P < 0.05$

3 讨 论

3.1 主要发现

海德堡 Spectralis OCT 在本科室临床使用后, 广泛应用于眼后段疾病的检查, 并重点用于白内障术后黄斑囊样水肿的检查与随访。在临床使用

中我们发现, 海德堡 Spectralis OCT 采用 870 nm 共焦激光扫描眼底, 有着较强的激光穿透力, 对于屈光间质透明性要求相对较低, 部分白内障患者术前虽然晶体有明显的混浊, 但仍能获取较清晰的视网膜 OCT 图像, 可以据此判断视网膜疾病, 因此我们尝试将 Spectralis OCT 用于白内障术前检查中, 以期对这些在常规检查下难以察觉的黄斑部疾病有提前的认识和预警, 将术后的不良预后效果提早告知患者, 更好地让患者充分客观地了解病情, 减少医患纠纷。

当白内障病人术前怀疑有糖尿病黄斑水肿、色素上皮脱离、玻璃体牵拉、黄斑前膜褶皱等眼底疾病问题时, 这些术前疾病会对病人的术后视力有很大的影响。通过本文两组检查方法的对比, 我

们发现 Spectralis OCT 对视网膜疾病的检出率为 8.15%, 明显高于眼底彩照对照组的 2.64%, 两者差异有统计学意义。Spectralis OCT 在黄斑部疾病的诊断优势尤其明显, 可以显示黄斑部病变的细微结构, 而眼底彩色照片不能分辨出黄斑部的细节, 只有已发生明显视网膜病变的疾病, 才能通过较为广泛的病变影像特征进行诊断。

3.2 频域 OCT 在眼科的应用优势与不足

OCT 主要分为时域 OCT (Time-Domain OCT, TDOCT) 和频域 OCT (SDOCT)。在同样的采样速率条件下, 频域 OCT 的灵敏度或信噪比可高出时域 OCT 300 倍 (25 dB), 频域 OCT 系统可以在高速率图像采集的情况下仍然保持探测系统的大动态范围^[6]。2007 年, 新一代的频域 Spectralis OCT (德国海德堡公司) 被应用于视网膜成像^[7]。该设备产品扫描速度为 40 000 A-scans/s, 高速度扫描使得 Spectralis HRA+OCT 的分辨率大大提高, 轴向分辨率可达到 5 μm , 可以捕捉到高分辨率的图像细节, 分辨出像光感受器层这样的细节, 乃至清晰的分辨出视网膜的十层结构^[8], 对视网膜结构的分辨能力, 频域 OCT 要优于时域 OCT^[9]。该设备具有运动眼追踪技术, 能够在扫描过程中校正眼球运动。这种技术的应用能够提高视网膜厚度测量的可重复性与精确性, 并能跟踪随访病例。Menke^[10] 与 Seibold^[11] 等使用 Spectralis OCT 测量正常人的视网膜厚度, 取得近乎一致的测量结果, 可重复性很高, 从而使活体视网膜以及黄斑病变的检测接近组织病理学检查水平。Kim 等^[12] 认为 OCT 对于白内障术后发生的黄斑囊样水肿具有独特的诊断价值。OCT 在眼科临床的应用, 将我们引入对各种视网膜疾病深入认识重新评估的时代^[13-14]。

我们在尝试使用 Spectralis OCT 进行白内障手术前检查时, 发现 OCT 检查既有它的长处, 也有它的不足之处, 其优点在于: ①OCT 检查是一项非接触、无痛苦的检查, 与较早的时域 OCT 相比, 无闪光灯刺激, 因此病人感觉更舒适, 易配合, 接受度较高; ②检查速度快, 一般 3 ~ 5 min 即可出结果; ③大部分白内障程度相对较轻的病例可以获得清晰甚至完美的 OCT 图像, 可以清楚判断视网膜尤其是黄斑部的疾病种类。而传统的眼科影像学检查如眼底彩照依赖透明的屈光间质, 才能获得较为清晰的视网膜图像, 而且只是视网膜的平面观, 无法达到立体断层分析目的。白内障患者

因为晶体不同程度的混浊, 屈光间质透明性下降, 往往只能获取颇为朦胧的眼底彩照图像, 分辨率不足, 对于病灶广泛或范围较大的视网膜疾病, 眼底彩照可作为明显的影像学证据, 而对于涉及黄斑部的疾病, 眼底彩照则不能提供有效的临床依据。

在临床中我们发现 OCT 检查的不足之处在于: 870 nm 的激光穿透力仍然有限, 不足以穿透所有的白内障混浊间质, 对于成熟白内障、晶体混浊程度大于等于 $\text{C}_3\text{N}_3\text{P}_3$ 的混浊晶体无法穿透获取有效的 OCT 图像, 后囊膜下混浊大于 30% ~ 40% 的病例需散孔才能更好地获取图像。本组观察病例中, 有 142 例患者无法获取图像, 约占病人总数的 31.3%, 其原因有: ①皮质成熟的白内障; ②重度棕黑色白内障; ③伴有中央角膜斑翳的白内障; ④后囊膜下混浊大于 50% 的白内障; ⑤后囊膜下混浊小于 50% 但厚重且位于正中央的白内障; ⑥患者无法沟通配合。散瞳可以一定程度增加 OCT 图像的获取率。

3.3 结论与前景展望

与传统的眼科影像学方法相比, 海德堡频域 Spectralis HRA-OCT 可以有效提高白内障术前视网膜疾病的检出率, 有利于对白内障预后效果的综合判断。随着白内障手术将更趋向早期化与年轻化, 成熟且重度的白内障手术会更趋减少, 术前病例晶体混浊程度将会降低, 有利于频域 OCT 的检测激光穿透混浊程度较轻的屈光间质, 使 OCT 在白内障患者术前检查中视网膜疾病的检出率会不断上升, 频域 OCT 也将成为越来越获得重视的检查手段, 可以与眼底彩照、B 超等眼科影像学检查相互配合, 互取所长, 进一步提高白内障手术前视网膜疾病的检出率。

参考文献:

- [1] 李奇根, 戚朝秀, 叶辉, 等. 白内障超乳化吸除人工晶状体植入术后盲与低视力研究[J]. 中国实用眼科杂志, 2008, 26(12): 1400-1402.
- [2] Huang D, Swanson EA, Lin CP, et al. Optical coherence tomography[J]. Science, 1991, 254(5035): 1178-1181.
- [3] 黎晓新, 陈玮志. 频域光相干断层扫描: 眼底影像检查技术的新时代[J]. 中华眼底病杂志, 2009, 25(3): 161-163.
- [4] Cheng CS, Natividad MG, Earnest A, et al. Comparison

- of the influence of cataract and pupil size on retinal nerve fibre layer thickness measurements with time-domain and spectral-domain optical coherence tomography[J]. *Clin Experiment Ophthalmol*, 2011, 39 (3): 215–221.
- [5] Savini G, Carbonelli M, Barboni P. Spectral-domain optical coherence tomography for the diagnosis and follow-up of glaucoma[J]. *Curr Opin Ophthalmol*, 2011, 22(2): 115–123.
- [6] 朱晓农, 毛幼馨. 光学相干层析系统噪声分析: II: 时域 OCT 和频域 OCT[J]. *光子学报*, 2007, 36(3): 457–461.
- [7] Wolf-Schnurrbusch UE, Enzmann V, Brinkmann CK, et al. Morphological changes in patients with geographic atrophy assessed with a novel spectral OCT-SLO combination[J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2008, 49 (7): 3095–3099.
- [8] 海德堡 HRA-OCT: 最新眼底检查设备 [J]. *眼科*, 2008, 17(5): 360.
- [9] Gupta V, Gupta P, Singh R, et al. Spectral-domain Cirrus high-definition optical coherence tomography is better than time-domain Stratus optical coherence tomography for evaluation of macular pathologic features in uveitis[J]. *Am J Ophthalmol*, 2008, 145(6): 1018–1022.
- [10] Menke MN, Dabov S, Knecht P, et al. Reproducibility of retinal thickness measurements in healthy subjects using spectralis optical coherence tomography[J]. *Am J Ophthalmol*, 2009, 147(3): 467–472.
- [11] Seibold LK, Mandava N, Kahook MY. Comparison of retinal nerve fiber layer thickness in normal eyes using time-domain and spectral-domain optical coherence tomography [J]. *Am J Ophthalmol*, 2010, 150 (6): 807–814.
- [12] Kim SJ, Bressler NM. Optical coherence tomography and cataract surgery[J]. *Curr Opin Ophthalmol*, 2009, 20(1): 46–51.
- [13] Chan A, Duker JS, Ishikawa H, et al. Quantification of photoreceptor layer thickness in normal eyes using optical coherence tomography [J]. *Retina*, 2006, 26 (6): 655–659.
- [14] Ko TH, Fujimoto JG, Duker JS, et al. Comparison of ultrahigh and standard-resolution optical coherence tomography for imaging macular hole pathology and repair[J]. *Ophthalmology*, 2004, 111(11): 2033–2043.

(编辑 刘清海)

(上接第 457 页 from page 457)

- 脏起搏与心电生理杂志, 2006, 20(5): 427–430.
- [9] Nikolaev VO, Bünenmann M, Schmitteckert E, et al. Cyclic AMP imaging in adult cardiac myocytes reveals far-reaching beta2-adrenergic but locally confined beta2-adrenergic receptor-mediated signaling [J]. *Circ Res*, 2006, 99(10): 1084–1091.
- [10] Nikolaev VO, Moshkov A, Lyon AR, et al. Beta2-adrenergic receptor redistribution in heart failure changes cAMP compartmentation[J]. *Science*, 2010, 327(5973): 1653–1657.
- [11] Daaka Y, Luttrell LM, Lefkowitz RJ. Switching of the coupling of the beta2-adrenergic receptor to different G proteins by protein kinase A [J]. *Nature*, 1997, 390 (6655): 88–91.
- [12] Leblais V, Jo SH, Chakir K, et al. Phosphatidylinositol 3-kinase offsets cAMP-mediated positive inotropic effect via inhibiting Ca^{2+} influx in cardiomyocytes [J]. *Circ Res*, 2004, 95(12): 1183–1190.
- [13] Xiao RP. Beta-adrenergic signaling in the heart: dual coupling of the beta2-adrenergic receptor to G(s) and G(i) proteins[J]. *Sci STKE*, 2001 (104): re15.
- [14] Xiao RP. Cell logic for dual coupling of a single class of receptors to G(s) and G(i) proteins [J]. *Circ Res*, 2000, 87(8): 635–637.
- [15] Xiao RP, Balke CW. $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$ exchange linking beta2-adrenergic G(i) signaling to heart failure: associated defect of adrenergic contractile support [J]. *J Mol Cell Cardiol*, 2004, 36(1): 7–11.
- [16] Pavoine C, Behforouz N, Gauthier C, et al. beta2-Adrenergic signaling in human heart: shift from the cyclic AMP to the arachidonic acid pathway [J]. *Mol Pharmacol*, 2003, 64(5): 1117–1125.

(编辑 孙慧兰)