

· 临床研究 ·

不同分期糖尿病视网膜病变患者脉络膜厚度及体积变化的计算机自动分割方法分析

范雯¹ 陈强² 戈伟中³ 刘庆淮¹ 袁松涛¹¹南京医科大学第一附属医院(江苏省人民医院)眼科,南京 210029;²南京理工大学计算机科学与工程学院,南京 210094;³宜兴市人民医院眼科,宜兴 214200

通信作者:袁松涛,Email:yuansongtao@vip.163.com

【摘要】 目的 通过计算机自动分割方法分析糖尿病视网膜病变(DR)不同分期黄斑中心凹下脉络膜厚度(SFCT)和体积的变化。方法 采用横断面研究方法,纳入2016年5月至2017年5月于南京医科大学第一附属医院确诊的2型糖尿病患者64例88眼,其中,男27例32眼,女37例56眼;平均年龄(62.7±7.4)岁;平均糖尿病病程(13.7±7.2)年。所有患者均行最佳矫正视力、裂隙灯显微镜、间接检眼镜、频域光相干断层扫描(SD-OCT)检查。参照早期DR治疗研究组制定的分级诊断标准将患者分为糖尿病无DR(NDR)组28眼、非增生型DR(NPDR)组36眼和增生型DR(PDR)组24眼。同期纳入与患者年龄匹配的正常对照者19人32眼作为正常对照组。采用SD-OCT深度增强成像技术测量和自动分割方法计算受检眼SFCT和脉络膜体积。结果 正常对照组、NDR组、NPDR组和PDR组SFCT分别为(277.8±45.3)、(220.9±38.7)、(231.8±26.7)和(252.0±42.2)μm,脉络膜体积分别为(8.8±1.0)、(7.6±1.3)、(8.2±0.9)和(8.7±1.0)mm³,总体比较差异均有统计学意义($F=14.615, 7.711$,均 $P<0.001$);NDR组和NPDR组SFCT和脉络膜体积较正常对照组减小,PDR组SFCT和脉络膜体积较NDR组增大,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)。结论 早期DR患者SFCT变薄、脉络膜体积减小,而随DR程度的加重,SFCT逐渐增厚,脉络膜体积增加。

【关键词】 糖尿病视网膜病变;光相干断层扫描;自动分割方法;脉络膜厚度;脉络膜体积

基金项目:南京市卫生科技发展专项资金项目(GBX21339);江苏省人民医院临床能力提升工程项目(JSPH-MB-2021-8)

DOI:10.3760/cma.j.cn115989-20200630-00465

Changes of subfoveal choroidal thickness and choroidal volume in different stages of diabetic retinopathy through automated choroid segmentation

Fan Wen¹, Chen Qiang², Ge Weizhong³, Liu Qinghuai¹, Yuan Songtao¹¹Department of Ophthalmology, The First Affiliated Hospital with Nanjing Medical University (Jiangsu Province Hospital), Nanjing 210029, China; ²School of Computer Science and Engineering, Nanjing University of Science and Technology, Nanjing 210094, China; ³Department of Ophthalmology, Yixing People's Hospital, Yixing 214200, China

Corresponding author: Yuan Songtao, Email: yuansongtao@vip.163.com

[Abstract] Objective To analyze the changes of subfoveal choroidal thickness (SFCT) and choroidal volume in type 2 diabetes patients with diabetic retinopathy (DR) through automated choroid segmentation.

Methods A cross-sectional study was conducted. Sixty-four patients (88 eyes) with type 2 diabetes diagnosed in The First Affiliated Hospital with Nanjing Medical University from May 2016 to May 2017 were enrolled, including 27 males (32 eyes) and 37 females (56 eyes), with an average age of (62.7±7.4) years and an average diabetes duration of (13.7±7.2) years. Best corrected visual acuity, slit lamp ophthalmoscopy, indirect ophthalmoscopy and spectral domain optical coherence tomography (SD-OCT) examination were carried out among all the patients. The patients were divided into non-DR (NDR) group (28 eyes), nonproliferative DR (NPDR) group (36 eyes) and proliferative DR (PDR) group (24 eyes) according to the Early Treatment Diabetic Retinopathy Study. Nineteen age-matched normal subjects (32 eyes) were enrolled as normal control group. SFCT and choroidal volume were measured

through automated choroid segmentation based on SD-OCT with enhanced depth imaging. This study adhered to the Declaration of Helsinki. The study protocol was approved by the Ethics Committee of The First Affiliated Hospital with Nanjing Medical University (No. 2017-SR-176). **Results** Mean SFCT and choroidal volume of normal control group, NDR group, NPDR group and PDR group were $(277.8 \pm 45.3) \mu\text{m}$ and $(8.8 \pm 1.0) \text{mm}^3$, $(220.9 \pm 38.7) \mu\text{m}$ and $(7.6 \pm 1.3) \text{mm}^3$, $(231.8 \pm 26.7) \mu\text{m}$ and $(8.2 \pm 0.9) \text{mm}^3$, $(252.0 \pm 42.2) \mu\text{m}$ and $(8.7 \pm 1.0) \text{mm}^3$, respectively, with significant overall differences among the groups ($F = 14.615, P < 0.001$; $F = 7.711, P < 0.001$). Mean SFCT and choroidal volume were significantly smaller in NDR and NPDR group than those in normal control group (both at $P < 0.05$). Mean SFCT and choroidal volume of PDR group was greater than those of NDR group (both at $P < 0.05$). **Conclusions** SFCT and choroidal volume decrease during the early course of diabetes and increase significantly as DR worsens from NDR to PDR.

[Key words] Diabetic retinopathy; Tomography, optical coherence; Automated segmentation method; Choroidal thickness; Choroidal volume

Fund program: Nanjing Health Science and Technology Development Special Fund Program (GBX21339); Jiangsu Province Hospital Clinical Ability Improvement Project (JSPH-MB-2021-8)

DOI: 10.3760/cma.j.cn115989-20200630-00465

糖尿病发病率呈逐年升高趋势, 预计 2040 年世界范围内糖尿病患者将达到 6.42 亿^[1]。糖尿病视网膜病变(diabetic retinopathy, DR)是糖尿病引起的主要视网膜血管并发症, 是全球工作年龄人群视力障碍和盲的主要原因^[2]。视网膜的氧气和营养不仅来源于自身血管, 还来源于脉络膜血管, DR、年龄相关性黄斑变性等大部分视网膜疾病的病理生理学机制都与脉络膜异常有关^[3-4]。然而脉络膜厚度和体积的变化与 DR 之间的关系尚未明确。增强深部成像的光相干断层扫描(enhanced depth imaging optical coherence tomography, EDI-OCT)可将光源聚焦于更深层的脉络膜, 呈现出更清晰的脉络膜影像。EDI-OCT 可清晰显示全层脉络膜并进行定量检测, 使人们对视网膜脉络膜疾病的研究发生了跨越式进步。近年国内外广泛开展了基于 EDI-OCT 图像的脉络膜厚度相关研究, 但各个研究结论并不完全一致。Kim 等^[5]研究发现随着 DR 严重程度的增加, 脉络膜厚度也相应增加, 并且有黄斑水肿患者的脉络膜增厚。而 Querques 等^[6]和 Regatieri 等^[7]研究发现存在黄斑水肿的 DR 患者脉络膜会进一步变薄。脉络膜体积与视网膜疾病的关系比脉络膜厚度更重要, 但是脉络膜体积通常无法在机器上直接获取。本课题组前期通过合并 EDI-OCT 图像和 128 个三维 B 型扫描的频域光相干断层扫描(spectral domain optical coherence tomography, SD-OCT)图像来进行计算机自动脉络膜分割, 获得黄斑中心凹下脉络膜厚度(subfoveal choroidal thickness, SFCT)和脉络膜体积, 相较于传统手动测量方法展现出高效、便捷、稳定、精确的优点^[8]。本研究拟采用计算机自动分割方法来测量 2 型糖尿病患者不同 DR 分型 OCT 图像 SFCT 和脉

络膜体积变化, 进一步探索脉络膜异常在 DR 的病理生理机制中所扮演的角色, 为 DR 的疾病进展预测和治疗提供新的线索。

1 资料与方法

1.1 一般资料

采用横断面研究方法, 纳入 2016 年 5 月至 2017 年 5 月于南京医科大学第一附属医院确诊的 2 型糖尿病患者 64 例 88 眼, 其中, 男 27 例 32 眼, 女 37 例 56 眼; 年龄 44~86 岁, 平均 (62.7 ± 7.4) 岁; 平均糖尿病病程 (13.7 ± 7.2) 年。纳入标准: (1) 年龄 > 18 岁; (2) 符合 WHO 1999 年 2 型糖尿病诊断标准; (3) 接受正规糖尿病治疗, 血糖控制平稳; (4) 无高血压、高血脂等其他系统性疾病。排除标准: (1) 屈光度 $> +2.00 \text{ D}$ 或 $< -2.00 \text{ D}$ 者; (2) 合并年龄相关性黄斑变性、视网膜静脉阻塞、黄斑前膜、中心性浆液性脉络膜视网膜病变等其他视网膜脉络膜疾病者; (3) 既往有青光眼、眼部肿瘤、除白内障手术外的其他眼部手术史者; (4) 既往接受过玻璃体腔注射糖皮质激素或抗新生血管药物治疗、黄斑区格栅样激光光凝或全视网膜激光光凝治疗者; (5) 屈光间质混浊导致 OCT 检查成像质量不佳者; (6) 合并黄斑水肿的患者。同期纳入年龄、性别相匹配的健康志愿者 19 人 32 眼作为正常对照组。参照早期 DR 治疗研究组(ETDRS)制定的分级诊断标准^[9], 将患者分为糖尿病无 DR(non-diabetic retinopathy, NDR)组 28 眼、非增生型糖尿病视网膜病变(nonproliferative diabetic retinopathy, NPDR)组 36 眼和增生型糖尿病视网膜病变(proliferative diabetic retinopathy, PDR)组 24 眼。各组受试者性别构成比、年龄等基线资料比较, 差

异均无统计学意义(均 $P > 0.05$) (表 1)。本研究遵循《赫尔辛基宣言》,研究方案经南京医科大学第一附属医院伦理委员会审核批准(批文号:2017-SR-176)。所有受试者均知晓研究目的。

表 1 各组受试者一般情况比较
Table 1 Comparison of demographics among various groups

组别	例数/眼数	性别 ^a (男/女, n/n)	年龄 ^b ($\bar{x} \pm s$, 岁)	糖尿病病程 ^b ($\bar{x} \pm s$, 年)
正常对照组	19/32	6/13	61.2±6.8	-
NDR 组	21/28	9/12	61.5±5.9	12.5±6.4
NPDR 组	26/36	12/14	63.3±7.8	13.4±8.2
PDR 组	17/24	6/11	63.0±6.9	14.6±7.1
χ^2/F 值		1.200	0.493	0.356
P 值		0.753	0.688	0.702

注:(a: χ^2 检验; b: 单因素方差分析) NDR: 糖尿病无糖尿病视网膜病变; NPDR: 非增生型糖尿病视网膜病变; PDR: 增生型糖尿病视网膜病变

Note: (a: χ^2 test; b: One-way ANOVA) NDR: non-diabetic retinopathy; NPDR: nonproliferative diabetic retinopathy; PDR: proliferative diabetic retinopathy

1.2 方法

1.2.1 一般检查 所有患者均行屈光度、裂隙灯显微镜、间接检眼镜和 SD-OCT 检查。NPDR 组和 PDR 组患者均行荧光素眼底血管造影检查。

1.2.2 脉络膜厚度和体积测量 采用 Cirrus HD-OCT 4000(德国卡尔蔡司公司) cube 模式和 HD 5 Line Raster EDI 模式对所有受检眼行黄斑区扫描。通过合并 EDI-OCT 图像获得自动分割脉络膜的三维 SD-OCT 图像,进而分析得到 SFCT 和脉络膜体积。采用基于 EDI-OCT 图像的脉络膜分割方法对 SD-OCT 图像中的脉络膜进行指导分割。同一眼的 EDI-OCT 图像和 SD-OCT 图像均由同一时间同一仪器扫描获得。

1.2.3 数据收集及评估 自动分割方法的基本过程如下:(1)对原始图像进行降噪处理;(2)根据视网膜层的结构特点,采用基于反射率的方法^[10]对视网膜神经纤维层(retinal nerve fiber layer, RNFL)和 Bruch 膜边界进行分割;(3)根据图 1 中绿色虚线标记的 Bruch 膜边界上下移动 HD-OCT 图像,使 Bruch 膜为直线;(4)根据脉络膜血管区域的反射率拟合表面估计脉络膜区域的血管位置;(5)在估计得到的脉络膜血管区域的下边界领域采用三维图搜索算法得到脉络膜-巩膜界面;(6)利用 Bruch 膜和脉络膜-巩膜界面边界计算分割得到 SFCT 和脉络膜体积(图 1)。脉络膜体积为整个 cube 的脉络膜层厚度之和。

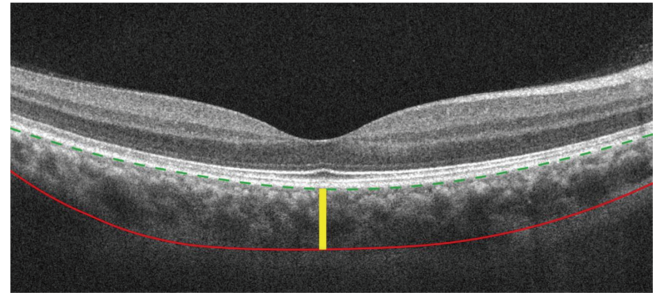


图 1 脉络膜自动分割方法示意图 绿色虚线为脉络膜内界面,红色实线为脉络膜巩膜界面,黄色实线为 SFCT 测量线

Figure 1 Diagrammatic sketch of automatic segmentation of choroid The green dotted line was the inner interface of choroid. The red line was the choroid-sclera interface. The yellow line was the SFCT measurement line

1.3 统计学方法

采用 SPSS 22.0 统计学软件进行统计分析。脉络膜厚度和体积测量技术人员和统计分析人员对受试者分组保持盲态。计量资料的数据经 Shapiro-Wilk 检验证实呈正态分布,以 $\bar{x} \pm s$ 表示,各组的 SFCT 及脉络膜体积差异比较采用单因素方差分析,组间多重比较采用 Games-Howell 检验;计数资料以频数表示,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 各组 SFCT 比较

正常对照组、NDR 组、NPDR 组和 PDR 组平均 SFCT 总体比较差异有统计学意义($F = 14.615, P < 0.001$),其中 NDR 组和 NPDR 组 SFCT 较正常对照组变薄,PDR 组 SFCT 较 NDR 组增厚,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$);PDR 组与正常对照组 SFCT 比较,差异无统计学意义($P = 0.076$) (表 2)。

表 2 各组受试者 SFCT 和脉络膜体积比较($\bar{x} \pm s$)
Table 2 Comparison of SFCT and choroidal volume among various groups ($\bar{x} \pm s$)

组别	眼数	SFCT (μm)	脉络膜体积 (mm^3)
正常对照组	32	277.8±45.3	8.8±1.0
NDR 组	28	220.9±38.7 ^a	7.6±1.3 ^a
NPDR 组	36	231.8±26.7 ^a	8.2±0.9 ^a
PDR 组	24	252.0±42.2 ^b	8.7±1.0 ^b
F 值		14.615	7.711
P 值		<0.001	<0.001

注:与正常对照组相比,^a $P < 0.05$;与 NDR 组相比,^b $P < 0.05$ (单因素方差分析,Games-Howell 检验) SFCT: 黄斑中心凹下脉络膜厚度;NDR: 糖尿病无糖尿病视网膜病变;NPDR: 非增生型糖尿病视网膜病变;PDR: 增生型糖尿病视网膜病变

Note: Compared with normal control group, ^a $P < 0.05$; compared with NDR group, ^b $P < 0.05$ (One-way ANOVA, Games-Howell test) SFCT: subfoveal choroidal thickness; NDR: non-diabetic retinopathy; NPDR: nonproliferative diabetic retinopathy; PDR: proliferative diabetic retinopathy

2.2 各组脉络膜体积比较

正常对照组、NDR 组、NPDR 组和 PDR 组平均脉络膜体积总体比较差异有统计学意义 ($F = 7.711, P < 0.001$), 其中 NDR 组和 NPDR 组脉络膜体积较正常对照组变小, 差异均有统计学意义 ($P = 0.002, 0.031$); PDR 组脉络膜体积较 NDR 组增大, 差异有统计学意义 ($P = 0.010$); PDR 组与正常对照组脉络膜体积比较, 差异无统计学意义 ($P = 0.946$) (表 2)。

3 讨论

脉络膜是眼内的一个血管组织层, 是视网膜外层组织的主要氧气和营养来源, 其与青光眼、年龄相关性黄斑变性和小柳-原田综合征等多种眼病相关, 在 DR 的发病机制中也起着重要作用。糖尿病患者体内持续的高糖环境会对脉络膜血管组织造成损伤, 使脉络膜毛细血管扩张和阻塞, 形成无灌注区和新生血管等^[11]。此外, 脉络膜的损伤可能破坏紧邻的血-视网膜外屏障, 导致视网膜下液形成, 由于内、外屏障关系紧密, 一旦外屏障遭到破坏, 将进一步导致内屏障的损伤^[12]。Manjunath 等^[13]的研究也显示, 脉络膜血管异常可引起光感受器细胞功能障碍, 甚至坏死。EDI 模式的发展使得 OCT 的光束聚焦于更深层的脉络膜和巩膜, 能呈现出更清晰的脉络膜影像, 为脉络膜厚度和体积的测量提供了新方法。目前 Spectralis OCT 仪和 Cirrus HD-OCT 仪均带有 EDI 模式^[14-15], 但其自带的分析软件无法完成 SFCT 的自动测量和分析, 而对于更有意义的脉络膜体积亦缺少直接的测算方法, 无法进行随访和评估。本研究采用我们团队自行设计的计算机自动分割方法来获取 SFCT 和脉络膜体积, 基于 EDI-OCT 图像对脉络膜边界的清晰显影和 SD-OCT 图像的三维数据, 将两者图像叠合并计算脉络膜体积。自动分割方法可以更加精确和便捷地对脉络膜的厚度和体积等参数进行测量, 从而辅助脉络膜疾病的诊断。在脉络膜边界分割和脉络膜厚度、体积的测量方面, 自动分割方法和专家人工测量方法的准确性一致^[8], 由于使用三维图像搜索, 所以自动分割方法获得的脉络膜表面比人工获得的更加光滑, 使得自动分割方法的稳定性优于人工测量, 并且更节省人力和时间。

本研究中排除了屈光度、年龄、糖尿病病程等对脉络膜的影响, 并设立年龄、性别相匹配的对照组来排除混杂因素的影响。本研究结果显示, NDR 组和 NPDR 组 SFCT 较正常对照组变薄, 与之前报道结果一致^[5, 16-18]。组织病理学证据表明, 在 DR 早期患者中存在脉络膜毛细血管萎缩和内皮细胞损伤^[19]; 激光多

普勒血流计检查结果显示, DR 早期患者脉络膜血流量下降^[20]; 上述研究结果表明早期 DR 患者脉络膜变薄可能是由于脉络膜缺氧引起的血管收缩和毛细血管病变。另一方面, 脉络膜变薄会加重缺氧, 从而提高 VEGF 和其他细胞因子的水平, 进一步导致血-视网膜屏障破坏和 DR 的进展^[21]。本研究结果也显示, NDR 组、NPDR 组的 SFCT 显著小于正常对照组, 且 NDR 组和 NPDR 组脉络膜体积较正常对照组明显减小。而 Lee 等^[22]的研究结果显示, NDR 组与正常对照组 SFCT 比较差异无统计学意义, 可能是由于该研究中受试者年龄较小, 疾病初期脉络膜循环的改变尚未达到有显著差异的程度。Savage 等^[23]的研究结果表明, PDR 患者的脉络膜血流量增加, 本研究同样提示 PDR 组 SFCT 较 NDR 组增厚, 脉络膜体积较 NDR 组增大, 可能与脉络膜血管扩张和血流量增加引起的脉络膜增厚有关。但本研究未结合吲哚菁绿荧光血管造影或血管多普勒等相关检查结果进行综合分析, 对于机制的推测证据仍存在不足, 未来我们将进行更深入的验证。由于本研究样本量不够大, 涉及的人群也比较局限, 未来仍需进一步行多中心、大样本、前瞻性试验检测糖尿病患者脉络膜厚度及体积的总体人群变化, 进一步探索糖尿病患者脉络膜的病理改变及其影响 DR 的具体机制。

综上所述, 本研究采用计算机自动分割方法测定并分析了不同分型 DR 患者的脉络膜厚度和体积, 发现早期 DR 患者 SFCT 变薄, 脉络膜体积缩小, 随病变程度加重, SFCT 逐渐增厚, 脉络膜体积增加。脉络膜变薄或损坏都将影响视网膜, 导致其缺氧, 出现 DR 及病情进展。了解脉络膜在糖尿病患者视网膜中的作用及其参与 DR 的病理生理机制, 可以帮助我们更好地了解 DR 的病程。

利益冲突 所有作者均声明不存在任何利益冲突

作者贡献声明 范雯: 酝酿和设计试验、实施研究、分析和解释数据、文章撰写; 陈强: 分析和解释数据; 戈伟中: 采集数据、统计分析; 刘庆淮: 指导研究、文章审阅和修改; 袁松涛: 参与设计试验, 对文章的知识性内容作批评性审阅

参考文献

- [1] Ogurtsova K, da Rocha Fernandes JD, Huang Y, et al. IDF diabetes atlas: global estimates for the prevalence of diabetes for 2015 and 2040 [J]. *Diabetes Res Clin Pract*, 2017, 128: 40-50. DOI: 10.1016/j.diabres.2017.03.024.
- [2] Lee R, Wong TY, Sabanayagam C. Epidemiology of diabetic retinopathy, diabetic macular edema and related vision loss [J/OL]. *Eye Vis (Lond)*, 2015, 2: 17 [2021-04-22]. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26605370>. DOI: 10.1186/s40662-015-0026-2.
- [3] Murakami T, Uji A, Suzuma K, et al. *In vivo* choroidal vascular lesions in diabetes on swept-source optical coherence tomography [J/OL].

- PLoS One, 2016, 11 (8) : e0160317 [2021 - 04 - 22]. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27479070>. DOI: 10. 1371/journal.pone.0160317.
- [4] Melancia D, Vicente A, Cunha JP, et al. Diabetic choroidopathy: a review of the current literature [J]. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol, 2016, 254 (8) : 1453 - 1461. DOI: 10. 1007/s00417-016-3360-8.
- [5] Kim JT, Lee DH, Joe SG, et al. Changes in choroidal thickness in relation to the severity of retinopathy and macular edema in type 2 diabetic patients [J]. Invest Ophthalmol Vis Sci, 2013, 54 (5) : 3378 - 3384. DOI: 10. 1167/iovs. 12-11503.
- [6] Querques G, Lattanzio R, Querques L, et al. Enhanced depth imaging optical coherence tomography in type 2 diabetes [J]. Invest Ophthalmol Vis Sci, 2012, 53 (10) : 6017 - 6024. DOI: 10. 1167/iovs. 12-9692.
- [7] Regatieri CV, Branchini L, Carmody J, et al. Choroidal thickness in patients with diabetic retinopathy analyzed by spectral-domain optical coherence tomography [J]. Retina, 2012, 32 (3) : 563 - 568. DOI: 10. 1097/IAE. 0b013e31822f5678.
- [8] Chen Q, Niu S, Fang W, et al. Automated choroid segmentation of three-dimensional SD-OCT images by incorporating EDI-OCT images [J]. Comput Methods Programs Biomed, 2018, 158 : 161 - 171. DOI: 10. 1016/j.cmpb. 2017. 11. 002.
- [9] Early Treatment Diabetic Retinopathy Study Research Group. Grading diabetic retinopathy from stereoscopic color fundus photographs—an extension of the modified Airlie House classification. ETDRS report number 10 [J]. Ophthalmology, 1991, 98 (5 Suppl) : 786 - 806.
- [10] Chen Q, Leng T, Zheng L, et al. Automated drusen segmentation and quantification in SD-OCT images [J]. Med Image Anal, 2013, 17 (8) : 1058 - 1072. DOI: 10. 1016/j.media. 2013. 06. 003.
- [11] Hua R, Li Q, Wong IY, et al. Choroidal microvascular proliferation secondary to diabetes mellitus [J]. Oncotarget, 2017, 8 (2) : 2034 - 2036. DOI: 10. 18632/oncotarget. 14020.
- [12] Kaur C, Foulds WS, Ling EA. Blood-retinal barrier in hypoxic ischaemic conditions: basic concepts, clinical features and management [J]. Prog Retin Eye Res, 2008, 27 (6) : 622 - 647. DOI: 10. 1016/j.preteyeres. 2008. 09. 003.
- [13] Manjunath V, Taha M, Fujimoto JG, et al. Choroidal thickness in normal eyes measured using Cirrus HD optical coherence tomography [J]. Am J Ophthalmol, 2010, 150 (3) : 325 - 329. DOI: 10. 1016/j.ajo. 2010. 04. 018.
- [14] Sim DA, Keane PA, Mehta H, et al. Repeatability and reproducibility of choroidal vessel layer measurements in diabetic retinopathy using enhanced depth optical coherence tomography [J]. Invest Ophthalmol Vis Sci, 2013, 54 (4) : 2893 - 2901. DOI: 10. 1167/iovs. 12-11085.
- [15] Luty GA, Cao J, McLeod DS. Relationship of polymorphonuclear leukocytes to capillary dropout in the human diabetic choroid [J]. Am J Pathol, 1997, 151 (3) : 707 - 714.
- [16] Yulek F, Ugurlu N, Onal ED, et al. Choroidal changes and duration of diabetes [J]. Semin Ophthalmol, 2014, 29 (2) : 80 - 84. DOI: 10. 3109/08820538. 2013. 821504.
- [17] Nagaoka T, Kitaya N, Sugawara R, et al. Alteration of choroidal circulation in the foveal region in patients with type 2 diabetes [J]. Br J Ophthalmol, 2004, 88 (8) : 1060 - 1063. DOI: 10. 1136/bjo. 2003. 035345.
- [18] Vujosevic S, Martini F, Cavarzeran F, et al. Macular and peripapillary choroidal thickness in diabetic patients [J]. Retina, 2012, 32 (9) : 1781 - 1790. DOI: 10. 1097/IAE. 0b013e31825db73d.
- [19] Esmaelpour M, Považay B, Hermann B, et al. Mapping choroidal and retinal thickness variation in type 2 diabetes using three-dimensional 1060-nm optical coherence tomography [J]. Invest Ophthalmol Vis Sci, 2011, 52 (8) : 5311 - 5316. DOI: 10. 1167/iovs. 10-6875.
- [20] Geyer O, Neudorfer M, Snir T, et al. Pulsatile ocular blood flow in diabetic retinopathy [J]. Acta Ophthalmol Scand, 1999, 77 (5) : 522 - 525. DOI: 10. 1034/j. 1600-0420. 1999. 770507. x.
- [21] Aiello LP, Northrup JM, Keyt BA, et al. Hypoxic regulation of vascular endothelial growth factor in retinal cells [J]. Arch Ophthalmol, 1995, 113 (12) : 1538 - 1544. DOI: 10. 1001/archoph. 1995. 01100120068012.
- [22] Lee HK, Lim JW, Shin MC. Comparison of choroidal thickness in patients with diabetes by spectral-domain optical coherence tomography [J]. Korean J Ophthalmol, 2013, 27 (6) : 433 - 439. DOI: 10. 3341/kjo. 2013. 27. 6. 433.
- [23] Savage HI, Hendrix JW, Peterson DC, et al. Differences in pulsatile ocular blood flow among three classifications of diabetic retinopathy [J]. Invest Ophthalmol Vis Sci, 2004, 45 (12) : 4504 - 4509. DOI: 10. 1167/iovs. 04-0077.

(收稿日期:2021-10-20 修回日期:2022-08-07)

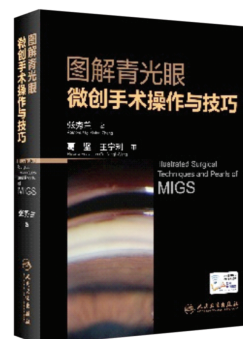
(本文编辑:张宇 骆世平)

《图解青光眼微创手术操作与技巧》正式出版

消息

由中山大学中山眼科中心张秀兰著、葛坚和王宁利审校、六位国内外著名青光眼学家(葛坚、王宁利、Robert N. Weinreb、Keith Barton、Ki Ho Park、Tin Aung)亲笔作序的《图解青光眼微创手术操作与技巧》专著于2022年8月由人民卫生出版社正式出版发行。全书主要介绍近年来青光眼微创手术技术的进步和发展,共分绪论和十个章节,收录精美图片1600余幅、微创手术视频86个、临床问题解答220个,系统、全面传授青光眼微创手术操作与技巧,并更好地体现近年来发展的微创青光眼手术与白内障手术结合的微创青白联合术式。本书写作风格独特,内容阐述细腻,是著者四本图解青光眼系列著作中的又一全新著作,适合青光眼、白内障专业医师、医学生、研究生、各级眼科医师阅读参考。

本书为大16开本,共99.8万字。购书途径:北京人卫文化传播有限公司(Tel:18710116182,010-59787226)或京东平台搜索“人民卫生出版社图书专营店”直接购买;全国各大新华书店、人民卫生出版社官网、淘宝、京东、当当、亚马逊等网上书店均有销售;读者也可与中山眼科中心奚老师13570565101(加微信,可获得著者亲笔签名)联系购书。零售价399元(50本以上可获6.5折优惠,单册购买价格为7折,共280元)。



(本刊编辑部)