

论著·临床研究

doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2023.04.008

网络首发 [https://kns.cnki.net/kcms/detail//50.1097.R.20230104.1348.001.html\(2023-01-05\)](https://kns.cnki.net/kcms/detail//50.1097.R.20230104.1348.001.html(2023-01-05))高度近视黄斑不同区域 RNFL 厚度特点及其与屈光度、
眼轴、血流密度的关系*王军花,梅艳[△],李柳

(南昌市第一医院/南昌大学第三附属医院眼科,江西 330008)

[摘要] **目的** 分析高度近视黄斑不同区域视网膜神经纤维层(RNFL)厚度特点,以及与屈光度(SE)、眼轴(AL)、血流密度的关系。**方法** 选取该院 2016 年 1 月至 2021 年 6 月 60 例(60 眼)近视患者,按照 SE 分为高度组(38 例)与超高度组(22 例),采用光学相干断层扫描血管成像技术(OCTA)测量患者黄斑中心凹区、旁中心凹区(上方、下方、鼻侧和颞侧象限)及中心凹外区(上方、下方、鼻侧和颞侧象限)的 RNFL 厚度,获取视网膜毛细血管层(SCP)、视网膜深层毛细血管层(DCP)及脉络膜毛细血管层(CC)的血流密度。采用 Spearman 相关系数分析 RNFL 厚度与 SE、AL、血流密度的关系。**结果** 高度组与超高度组患者黄斑 RNFL 厚度与血流密度比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。所有患者黄斑中心凹区、旁中心凹区、中心凹外区的 RNFL 厚度分别为 $(13.96\pm2.80)\mu\text{m}$ 、 $(88.47\pm10.25)\mu\text{m}$ 、 $(151.36\pm28.75)\mu\text{m}$,两两比较差异均有统计学意义($P<0.05$)。旁中心凹区中,上方象限 RNFL 厚度最薄($P<0.05$),下方象限 RNFL 厚度最厚($P<0.05$)。中心凹外区中,颞侧象限 RNFL 厚度最薄($P<0.05$)。旁中心凹区各象限 RNFL 厚度均明显薄于中心凹外区各象限($P<0.05$)。中心凹外区上方象限 RNFL 厚度与 SE 呈负相关($r=-0.356, P=0.024$)。旁中心凹区下方象限及鼻侧象限 RNFL 厚度与 SCP 血流密度均呈正相关($r=0.462, 0.327, P<0.05$)。中心凹外区上方象限、下方象限及鼻侧象限与 SCP 血流密度均呈正相关($r=0.492, 0.742, 0.671, P<0.05$)。**结论** 高度近视患者黄斑不同区域 RNFL 厚度分布不均匀,部分区域 RNFL 厚度与 SE、血流密度存在一定相关性。

[关键词] 高度近视;黄斑;视网膜神经纤维层;屈光度;眼轴;血流密度**[中图分类号]** R774**[文献标识码]** A**[文章编号]** 1671-8348(2023)04-0518-05Characteristics of RNFL thickness in different areas of macula in high myopia
and its relationship with diopter, axial length and blood flow density*WANG Junhua, MEI Yan[△], LI Liu

(Department of Ophthalmology, Nanchang First Hospital/ the Third Affiliated Hospital of Nanchang University, Nanchang, Jiangxi 330008, China)

[Abstract] **Objective** To analyze the characteristics of retinal nerve fiber layer (RNFL) thickness in different areas of macula in high myopia, and study the relationship between RNFL thickness and diopter (SE), axial length (AL) and blood flow density. **Methods** A total of 60 cases (60 eyes) of myopia patients of this hospital from January 2016 to June 2021 were selected and divided into the high group (38 cases) and the super high group (22 cases) according to the SE. Optical coherence tomography angiography (OCTA) was used to measure the RNFL thickness in the central foveal, parafoveal (superior, inferior, nasal, and temporal quadrants), and extrafoveal (superior, inferior, nasal, and temporal quadrants). The blood flow densities of superficial capillary plexus (SCP), deep capillary plexus (DCP) and choriocapillaris (CC) were obtained. The Spearman correlation coefficient was used to analyze the relationship between RNFL thickness and SE, AL, and blood flow density. **Results** There was no significant difference in macular RNFL thickness and blood flow density between the high group and the super high group ($P>0.05$). The thickness of RNFL in the central fovea, parafovea, and extrafoveal were $(13.96\pm2.80)\mu\text{m}$, $(88.47\pm10.25)\mu\text{m}$, $(151.36\pm28.75)\mu\text{m}$, respectively, and the differences were statistically significant ($P<0.05$). In the parafoveal area, the RNFL thickness in the upper quadrant was the thinnest ($P<0.05$), and the RNFL thickness in the lower quadrant was the thickest ($P<0.05$). In the extrafoveal area, the temporal quadrant had the thinnest RNFL ($P<0.05$).

* 基金项目:江西省卫生健康委员会科技计划项目(20187022)。 作者简介:王军花(1984—),主治医师,硕士,主要从事角膜病和儿童眼

病研究。 [△] 通信作者, E-mail:741556548@qq.com。

The thickness of RNFL in each quadrant of the parafoveal area was significantly thinner than that of the quadrants of the extrafoveal area ($P < 0.05$). The thickness of RNFL in the quadrant of the central fovea was significantly negatively correlated with SE ($r = -0.356, P = 0.024$). The thickness of RNFL in the lower quadrant of the parafovea and nasal quadrant was significantly positively correlated with SCP blood flow density ($r = 0.462, 0.327; P < 0.05$). The upper quadrant, lower quadrant and nasal quadrant of the central fovea were significantly positively correlated with SCP blood flow density ($r = 0.492, 0.742, 0.671; P < 0.05$). **Conclusion**

The distribution of RNFL thickness in different areas of macula in patients with HM is uneven, and there is a certain correlation between RNFL thickness in some areas and SE and blood flow density.

[Key words] high myopia; macula; retinal nerve fiber layer; diopter; axial length; blood flow density

高度近视是指屈光度 (SE) ≥ -6 D 及眼轴 (AL) > 26 mm 的近视, 通常与多种眼部损伤风险增加有关, 可能发展成为不可逆转的视力丧失。高度近视患者的各种脉络膜和视网膜会发生病理变化, 尤其是黄斑区^[1]。然而, 由于高度近视的发病机制不明确, 治疗近视黄斑病变 (特别是黄斑萎缩) 对高度近视患者而言仍然是一个重要挑战。视网膜神经纤维层 (RNFL) 由神经节细胞轴突组成, 在维持视网膜和脉络膜的生理功能中起重要作用^[2]。既往研究发现, 高度近视患者的视乳头周围 RNFL 厚度降低, 且与近视程度呈负相关^[3]。然而, 目前临床对高度近视患者黄斑 RNFL 的特点及其与近视程度的关系研究甚少。黄斑萎缩的发病机制可归因于脉络膜和视网膜微循环障碍, 同时伴有 AL 过度伸长, 但具体机制仍有待明确^[4]。光学相干断层扫描血管成像技术 (OCTA) 是一种先进、无创的成像技术, 能同时获得黄斑不同区域 RNFL 厚度和血流密度^[5]。本研究利用 OCTA, 分析高度近视患者黄斑不同区域 RNFL 厚度特点及其与 SE、AL、血流密度的关系, 以理解高度近视所致黄斑萎缩的发病机制。现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 2016 年 1 月至 2021 年 6 月在本院眼科就诊的 60 例 (60 眼) 近视患者, 按照 SE 将患者分为高度组 (38 例) 与超高度组 (22 例)。超高度组 SE 明显高于高度组 ($P < 0.05$), 两组间其他一般资料比较, 差异均无统计学意义 ($P > 0.05$), 见表 1。本研究经医院医学伦理委员会的批准, 研究方法符合《赫尔辛基宣言》原则。

表 1 所有患者、高度组和超高度组患者一般资料比较

项目	所有患者 ($n=60$)	高度组 ($n=38$)	超高度组 ($n=22$)
性别(n)			
男	36	20	16
女	24	18	6
年龄($\bar{x} \pm s$, 岁)	31.26 $\pm$ 4.80	30.47 $\pm$ 3.96	32.50 $\pm$ 4.73 ^a
SE($\bar{x} \pm s$, D)	-9.12 $\pm$ 2.55	-7.69 $\pm$ 0.42	-10.75 $\pm$ 0.68 ^b
AL($\bar{x} \pm s$, mm)	27.16 $\pm$ 0.85	26.80 $\pm$ 0.37	27.34 $\pm$ 0.44 ^a
角膜曲率($\bar{x} \pm s$, D)	40.12 $\pm$ 0.34	40.28 $\pm$ 0.19	39.76 $\pm$ 0.33 ^a
最佳矫正视力($\bar{x} \pm s$)	0.42 $\pm$ 0.10	0.40 $\pm$ 0.08	0.44 $\pm$ 0.06 ^a

^a: $P > 0.05$, 与高度组比较; ^b: $P < 0.05$, 与高度组比较。

1.2 纳入及排除标准

纳入标准: (1) SE ≥ -6.00 D, AL > 26 mm, 角膜曲率 < 41 D, 最佳矫正视力 < 1.0 ; (2) 光学介质清晰, 固定良好; (3) 心理健康稳定, 具备正常沟通理解能力。排除标准: (1) 有黄斑裂孔、黄斑出血、视网膜变性、视网膜裂孔等病理性眼病; (2) 有眼内手术史、眼外伤史、眼部疾病家族史; (3) 有高血压、糖尿病或其他可能影响血管直径的全身性疾病史; (4) 有精神疾病; (5) 孕妇及哺乳期人群。

1.3 方法

所有患者均使用同一台 Spectralis OCTA 系统 (Spectralis Heidelberg Engineering, 德国), 在瞳孔扩张后获得 OCTA 图像, 采用以中央凹为中心的 6 mm $\times$ 6 mm 体积扫描模式。自动实时模式设置为 35 帧 (每次扫描 B 帧平均数), 并重复扫描两次以获得最佳图像。6 mm $\times$ 6 mm 体积扫描模可提供一黄斑 RNFL 厚度图像, 动画 3 个同心圆, 半径分别为 1.0、3.0、6.0 mm (相对于凹中心); 9 个区域采用早期治疗糖尿病视网膜病变研究网格进行区分, 包括黄斑中心凹区、旁中心凹区 (上方、下方、鼻侧和颞侧象限) 及中心凹外区 (上方、下方、鼻侧和颞侧象限)。采用内置软件自动计算并生成每个区域的平均 RNFL 厚度。通过 Spectralis OCTA 系统所创建的任意分割线定义两块独立的平板, 自动实现视网膜毛细血管层 (SCP)、视网膜深层毛细血管层 (DCP) 及脉络膜毛细血管层 (CC) 的图像分割。血流密度表示为血流信号占所测总面积的比例。使用 ImageJ 1.49 软件, 由同一名医生测量黄斑 SCP、DCP 和 CC 的血流密度。

1.4 统计学处理

采用统计学软件 SPSS 19.0 进行数据分析。计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 采用单向方差分析 (ANOVA) 和 t 检验进行比较。采用 Spearman 相关系数分析 RNFL 厚度与 SE、AL、血流密度的关系。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 不同 SE 患者黄斑 RNFL 厚度及血流密度比较

高度组与超高度组黄斑 RNFL 厚度及血流密度比较, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$), 见表 2。

2.2 黄斑不同区域 RNFL 厚度的特点

所有患者黄斑中心凹区、旁中心凹区及中心凹外

区 RNFL 厚度分别为 (13.96 ± 2.80) 、 (88.47 ± 10.25) 、 $(151.36 \pm 28.75) \mu\text{m}$, 中心凹区 RNFL 厚度显薄于旁中心凹区及中心凹外区 ($P < 0.05$), 旁中心凹区 RNFL 厚度明显薄于中心凹外区 ($P < 0.05$), 见图 1A。旁中心凹区中, 上方象限 RNFL 厚度最薄 ($P < 0.05$), 下方象限 RNFL 厚度最厚 ($P < 0.05$), 见图 1B。中心凹外区中, 颞侧象限 RNFL 厚度最薄 ($P < 0.05$), 见图 1C。旁中心凹区上方、下方、鼻侧及颞侧象限 RNFL 厚度均明显薄于中心凹外区各象限

($P < 0.05$), 见表 3。

2.3 黄斑不同区域 RNFL 厚度与 SE、AL 的相关性

中心凹区 RNFL 厚度与 SE、AL 均无明显相关性 ($P > 0.05$)。旁中心凹区上方、下方、鼻侧及颞侧象限 RNFL 厚度与 SE、AL 均无明显相关性 ($P > 0.05$)。中心凹外区下方、鼻侧及颞侧象限 RNFL 厚度与 SE、AL 均无明显相关性 ($P > 0.05$); 中心凹外区上方象限 RNFL 厚度与 AL 无明显相关性 ($P > 0.05$), 与 SE 呈负相关 ($r = -0.356, P = 0.024$), 见表 4。

表 2 高度组与超高度组黄斑 RNFL 厚度及血流密度比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	n	RNFL 厚度(μm)			血流密度(g/m^3)		
		中心凹区	旁中心凹区	中心凹外区	SCP	DCP	CC
高度组	38	14.10 ± 1.76	89.20 ± 7.54	152.47 ± 25.90	77.29 ± 10.33	64.20 ± 8.59	56.13 ± 6.38
超高度组	22	13.27 ± 1.15	88.01 ± 9.30	150.86 ± 27.15	75.38 ± 9.57	63.17 ± 9.44	54.29 ± 5.81
t		0.547	0.719	0.813	0.482	0.671	0.496
P		0.460	0.285	0.194	0.516	0.325	0.503

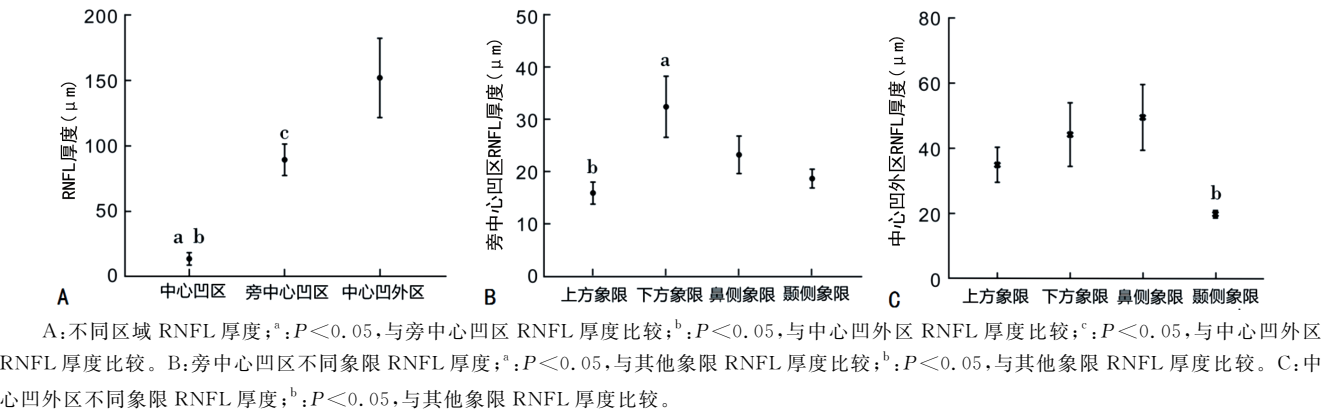


图 1 患者黄斑不同区域 RNFL 厚度的比较

表 3 所有患者旁中心凹区与中心凹外区不同象限 RNFL 厚度比较 ($\bar{x} \pm s, \mu\text{m}$)

项目	上方象限	下方象限	鼻侧象限	颞侧象限
旁中心凹区	15.26 ± 2.45	31.43 ± 3.92	22.54 ± 3.60	17.15 ± 1.26
中心凹外区	33.70 ± 6.28	45.86 ± 8.34	48.70 ± 9.27	20.63 ± 3.84
t	8.741	6.913	10.625	5.261
P	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001

续表 4 黄斑不同区域 RNFL 厚度与 SE、AL 的 Spearman 相关系数分析

项目	SE		AL	
	r	P	r	P
中心凹外区下方象限	-0.242	0.156	-0.032	0.873
中心凹外区鼻侧象限	0.056	0.739	-0.064	0.713
中心凹外区颞侧象限	0.187	0.420	-0.136	0.595

表 4 黄斑不同区域 RNFL 厚度与 SE、AL 的 Spearman 相关系数分析

项目	SE		AL	
	r	P	r	P
中心凹区	0.031	0.852	0.024	0.915
旁中心凹区上方象限	-0.108	0.542	-0.138	0.512
旁中心凹区下方象限	-0.159	0.351	-0.084	0.573
旁中心凹区鼻侧象限	0.045	0.847	-0.095	0.562
旁中心凹区颞侧象限	0.112	0.538	0.056	0.739
中心凹外区上方象限	-0.356	0.024	-0.185	0.264

2.4 黄斑不同区域 RNFL 厚度与各层血流密度的相关性

中心凹区 RNFL 厚度与 SCP、DCP 及 CC 血流密度均无明显相关性 ($P > 0.05$)。旁中心凹区下方象限、旁中心凹区鼻侧象限 RNFL 厚度与 SCP 血流密度均呈正相关 ($P < 0.05$), 与 DCP 及 CC 血流密度均无明显相关性 ($P > 0.05$); 旁中心凹区上方象限及旁中心凹区颞侧象限 RNFL 厚度与 SCP、DCP 及 CC 血流密度均无明显相关性 ($P > 0.05$)。中心凹外区上方象限、中心凹外区下方象限及中心凹外区鼻侧象限与 SCP 血流密度均呈正相关 ($P < 0.05$), 与 DCP 及 CC

血流密度均无明显相关性($P>0.05$);中心凹外区颞侧象限 RNFL 厚度与 SCP、DCP 及 CC 血流密度均无

明显相关性($P>0.05$)。见表 5。

表 5 黄斑不同区域 RNFL 厚度与各层血流密度的 Spearman 相关系数分析

项目	SCP		DCP		CC	
	<i>r</i>	<i>P</i>	<i>r</i>	<i>P</i>	<i>r</i>	<i>P</i>
中心凹区	0.031	0.852	0.024	0.915	0.170	0.306
旁中心凹区上方象限	-0.108	0.542	-0.236	0.171	-0.185	0.293
旁中心凹区下方象限	0.462	<0.001	-0.084	0.573	-0.133	0.568
旁中心凹区鼻侧象限	0.327	0.040	-0.095	0.562	-0.138	0.512
旁中心凹区颞侧象限	0.112	0.583	0.056	0.739	0.068	0.694
中心凹外区上方象限	0.492	<0.001	-0.185	0.264	0.187	0.420
中心凹外区下方象限	0.742	<0.001	-0.032	0.873	-0.159	0.351
中心凹外区鼻侧象限	0.671	<0.001	-0.064	0.713	-0.215	0.184
中心凹外区颞侧象限	0.284	0.075	-0.136	0.395	-0.170	0.325

3 讨 论

脉络膜视网膜萎缩是近视眼黄斑病变的主要表现,也是高度近视患者视力下降的主要原因之一^[6]。利用 OCTA 超高分辨率优势,可检测并分析高度近视患者黄斑不同区域 RNFL 厚度和各层血流密度,探讨近视性黄斑病变的潜在病理机制。

有学者利用 OCTA 研究了近视眼的结构变化,例如视乳头周围 RNFL 变薄^[7]、黄斑微血管网受损^[8],而没有在高度近视中发现视乳头周围 RNFL 厚度与黄斑血流密度之间的相关性^[9]。目前,较少有关于高度近视黄斑 RNFL 厚度与黄斑血流密度之间关系的报道。利用 OCTA 聚焦黄斑,同时观察不同区域 RNFL 的厚度分布和各层血流密度的分布,可以提供更全面的黄斑显微结构图像,有助于检测高度近视眼黄斑神经营养和微血管网络的潜在联系。本研究发现,高度近视患者的 RNFL 厚度在黄斑区分布不均匀,从黄斑中心凹区到旁中心凹区、中心凹外区,RNFL 厚度逐渐增加,这与 LIU 等^[10]的研究结果一致。这一分布剖面可能导致黄斑中心区域对近视眼病理损伤更为敏感,如 AL 伸长引起高度近视眼缺血、缺氧。在象限上,旁中心凹区上方象限 RNFL 厚度最薄,下方象限 RNFL 厚度最厚,中心凹外区中颞侧象限 RNFL 厚度最薄。对于 RNFL 厚度分布的不均匀,RNFL 的解剖可能起重要作用,其中颞黄斑视网膜神经节细胞的轴突通过上、下黄斑丘斑束并终止于视盘,颞象限的视网膜神经纤维比周围黄斑亚区其他象限的视网膜神经纤维少。在高度近视眼中,后巩膜不平衡的生物力学拉伸可能进一步导致黄斑 RNFL 厚度分布在不同象限和亚区域出现异质性^[11-13],需要结合其他相关参数,如高度近视的区域眼球扩张,通过进一步分析来给出更完整的解释。相关分析显示,中心凹外区上方象限 RNFL 厚度与 SE 呈负相关,这与以往研究报道的结果一致^[14]。有证据表明,SE 降

低导致视网膜脉络膜缺氧,这可能导致视网膜神经节细胞轴突变性,进而诱导 RNFL 变薄^[15]。由于缺乏局部神经营养,黄斑 RNFL 的变薄可能导致近视黄斑病变。

本研究还发现,旁中心凹区下方象限及旁中心凹区鼻侧象限 RNFL 厚度与 SCP 血流密度呈正相关,中心凹外区上方象限、中心凹外区下方象限及中心凹外区鼻侧象限与 SCP 血流密度呈正相关。有证据表明,在高度近视眼中,视乳头周围 RNFL 功能障碍可能导致氧供应和营养需求减少,视乳头周围血流损失,中高度近视眼黄斑 SCP 血流密度明显低于正常人群^[16],但黄斑 RNFL 和血流密度的关系仍需探索。研究表明,随着 SE 减少和 AL 伸长,高度近视可能引起缺氧和灌注不足,导致 Bruch's 膜破裂,视网膜色素上皮发生改变^[17]。因此,高度近视眼的 AL 伸长导致 RNFL 变薄,由于后巩膜的扩张,黄斑区的毛细血管进一步拉伸,可能损伤 Bruch's 膜,并损伤后极的脉络膜视网膜循环^[18]。此外,有研究表明 SCP 和 DCP 血流密度是弥漫性脉络膜视网膜萎缩的保护因素^[19]。因此,AL 的过度伸长会机械地拉伸视网膜组织,导致视网膜厚度降低,视网膜血管内皮和 RPE 进一步变性。这一过程也可能减少血管内皮生长因子的产生,从而导致血流密度的相对降低,高度近视眼脉络膜视网膜厚度逐渐变薄,黄斑萎缩。

本研究中,高度近视患者与超高度近视患者的黄斑 RNFL 厚度及血流密度无明显差异。邢潇英^[3]研究发现,超高度近视患者的视网膜血流密度低于高度近视患者,可能原因是随着近视程度的增加,AL 伸长更加明显,而 AL 伸长所导致的视网膜变薄会促使其需氧量降低,从而使血液循环减少,最终降低血流密度。郭文骏等^[20]的研究显示,与中度近视患者比较,高度近视患者的 SCP 和 DCP 血流密度明显增高,可能与近视患者 AL 伸长过程中视网膜血管的代偿作

用加强有关,但还需要进一步扩大样本量,深入研究,以明确结论。

综上所述,高度近视患者黄斑不同区域 RNFL 厚度存在分布不均匀的特点,部分区域 RNFL 厚度与 SE、血流密度存在一定相关性。本研究仍存在某些局限性。(1)本研究以高度近视患者为研究重点,分析其黄斑区 RNFL 综合分布特征及与 SE、AL、血流密度的关系,试验设计中没有纳入健康对照组。为了完善和验证研究结果,需要纳入健康对照组开展进一步比较研究。(2)样本量相对较小,需要加大样本量。

参考文献

- [1] 何希,莫亚. 高度近视视网膜微循环改变研究进展[J]. 中医眼耳鼻喉杂志,2021,11(2):85-88.
- [2] SEZGIN A B, GUNAY B O. Evaluation of the ganglion cell complex and retinal nerve fiber layer in low, moderate, and high myopia: a study by RTVue spectral domain optical coherence tomography[J]. Semin Ophthalmol, 2017, 32(6):682-688.
- [3] 邢潇英. 近视人群视盘旁神经纤维层厚度和视盘形态学相关性研究[J]. 国际眼科杂志,2019,19(12):2084-2087.
- [4] 张小文,李勇,蔡佳玉. CSC 患者黄斑色素光密度与视网膜中央厚度及脉络膜厚度的关系[J]. 东南大学学报(医学版),2021,40(5):627-632.
- [5] 崔同峰. 光学相干断层扫描血管成像在眼前节疾病中的应用[J]. 眼科学报,2021,36(7):543-546.
- [6] ATTAALLAH H R, OMAR I, ABDELHALIM A S. Evaluation of optic nerve head parameters and retinal nerve fiber layer thickness in axial myopia using SDOCT[J]. Ophthalmol Ther, 2017, 6(2):335-341.
- [7] LI Y J, MIARA H, OUYANG P B, et al. The comparison of regional RNFL and fundus vasculature by OCTA in Chinese myopia population[J]. J Ophthalmol, 2018, 2018:3490962.
- [8] CHENG D, CHEN Q, WU Y, et al. Deep perfoveal vessel density as an indicator of capillary loss in high myopia[J]. Eye, 2019, 33(12):1961-1968.
- [9] QU D Y, LIN Y, JIANG H, et al. Retinal nerve fiber layer (RNFL) integrity and its relations to retinal microvasculature and microcirculation in myopic eyes[J]. Eye Vis, 2018, 5:25-29.
- [10] LIU X T, SHEN M X, YUAN Y M, et al. Macular thickness profiles of intraretinal layers in myopia evaluated by ultrahigh-resolution optical coherence tomography[J]. Am J Ophthalmol, 2015, 160(1):53-61.
- [11] 康梦田,冉安然,王宁利,等. 视网膜神经纤维层厚度及其与近视眼相关性的研究进展[J]. 中华眼科杂志,2016,52(5):396-400.
- [12] CHEN L, HUANG J N, ZOU H D, et al. Retinal nerve fiber layer thickness in normal Chinese students aged 6 to 17 years[J]. Invest Ophthalmol Vis Sci, 2013, 54(13):7990-7997.
- [13] UCAK T, ICEL E, YILMAZ H, et al. Alterations in optical coherence tomography angiography findings in patients with high myopia[J]. Eye, 2020, 34(6):1129-1135.
- [14] CHEN Q Y, HE J N, HUA Y H, et al. Exploration of peripapillary vessel density in highly myopic eyes with peripapillary intrachoroidal cavitation and its relationship with ocular parameters using optical coherence tomography angiography [J]. Clin Exp Ophthalmol, 2017, 45(9):884-893.
- [15] WANG W W, WANG H Z, LIU J R, et al. Diagnostic ability of ganglion cell complex thickness to detect glaucoma in high myopia eyes by Fourier domain optical coherence tomography [J]. Int J Ophthalmol, 2018, 11(5):791-796.
- [16] MIN C H, QATTAN H M, LEE J Y, et al. Macular microvasculature in high myopia without pathologic changes: an optical coherence tomography angiography study[J]. Korean J Ophthalmol, 2020, 34(2):106-112.
- [17] JONAS J B, HOLBACH L, PANDA J S. Bruch's membrane thickness in high myopia [J]. Acta Ophthalmol, 2014, 92(6):e470-474.
- [18] 王伟伟,王怀洲,刘建荣,等. 频域 OCT 测量高度近视黄斑区视网膜神经节细胞复合体厚度及视盘周围视网膜神经纤维层厚度[J]. 中华眼视光学与视觉科学杂志,2017,19(12):720-726.
- [19] 陈欢,陈晨,龙琴. 高度近视眼黄斑区神经纤维层厚度分布特点及其与血流密度的关系[J]. 国际眼科杂志,2021,21(8):1309-1314.
- [20] 郭文骏,刘洪涛,李明波,等. 近视患者黄斑区微血流密度及神经节细胞复合体厚度的变化[J]. 眼科新进展,2021,41(12):1154-1157.

(收稿日期:2022-01-09 修回日期:2022-12-18)