

本文引文格式:陈亚茹,徐梦月,刘艳,等.扫频OCTA观察不同眼轴近视患者视网膜-脉络膜血流及厚度的变化[J].右江民族医学院学报,2024,46(4):525-537.

【论著与临床报道】

扫频OCTA观察不同眼轴近视患者视网膜-脉络膜血流及厚度的变化

陈亚茹,徐梦月,刘艳,李娜,许澈,王剑锋

(蚌埠医科大学第一附属医院眼科,安徽 蚌埠 233000)

摘要:目的 通过扫频光学相干断层扫描血管成像(SS-OCTA)技术分析不同眼轴长度(AL)近视眼黄斑区、视盘周围视网膜及脉络膜血流和厚度变化。方法 共纳入患者120例(212只眼),按照不同的AL分组;所有患者常规进行裂隙灯显微镜、眼压、眼底等检查,然后采用SS-OCTA扫描黄斑区和视盘区,定量分析扫描区域的视网膜、脉络膜血流密度及厚度。结果 随着AL的增加,黄斑区视网膜毛细血管血流密度减少;黄斑区浅层视网膜厚度(SRT)表现为减少而深层视网膜厚度(DRT)增加;脉络膜血管指数(CVI)、脉络膜血管体积比(CVV)、脉络膜基质体积比(CSV)均下降,脉络膜基质体积密度(CSI)增加;脉络膜厚度随眼轴增加而减少;视神经纤维层(RNFL)血流密度与厚度均逐渐减少,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。视网膜中央凹无血管区(FAZ)、脉络膜毛细血管血流密度(CCP)、视神经乳头(ONH)参数各组间各象限两两相比差异均无统计学意义($P > 0.05$)。结论 SS-OCTA技术有助于定量评估近视患者视网膜脉络膜血流及厚度的改变,可用于近视患者常规眼底筛查及随访,便于早期发现近视患者眼底变化的趋势。

关键词:近视;视网膜;脉络膜;扫频光学相干断层扫描血管成像;血流及厚度

中图分类号:R778.11

文献标识码:A

文章编号:1001-5817(2024)04-0525-13

doi:10.3969/j.issn.1001-5817.2024.04.012

SS-OCTA for observing retinal and choroidal blood flow and thickness changes in myopic patients with different axial lengths

CHEN Yaru, XU Mengyue, LIU Yan, LI Na, XU Che, WANG Jianfeng

(Department of Ophthalmology, The First Affiliated Hospital of Bengbu Medical University, Bengbu 233000, Anhui, China)

Abstract: **Objective** To analyze changes in macular blood flow and thickness, as well as peripapillary retinal and choroidal blood flow and thickness in myopic eyes with different axial lengths (AL) using swept-source optical coherence tomography angiography (SS-OCTA) technology. **Methods** A total of 120 patients (212 eyes) were enrolled and categorized according to different axial lengths. All patients underwent routine ophthalmic examination, including slit-lamp microscopy, intraocular pressure, and funduscopy, followed by SS-OCTA scanning of the macular and optic disc areas to quantitatively analyze retinal and choroidal blood flow density and thickness in the scanned regions. **Results** With the increase in AL, there was a decrease in the retinal capillary blood flow density in the macular area. The superficial retinal thickness (SRT) decreased while the deep retinal thickness (DRT) increased. The choroidal vascular index (CVI), choroidal vascular volume ratio (CVV), and choroidal stroma volume ratio (CSV) all decreased, and the choroidal stroma volume density

基金项目:安徽高校自然科学研究重点项目(KJ2021A0718);蚌埠医科大学研究生科研创新计划项目(Byycxz22065)

第一作者:陈亚茹,在读硕士研究生,研究方向:屈光不正,E-mail:994558610@qq.com

通讯作者:王剑锋,副教授,主任医师,研究方向:屈光不正、白内障,E-mail:7852978@qq.com

(CSI) increased. Choroidal thickness decreased with the increase in eye axis. The blood flow density and thickness of the retinal nerve fiber layer (RNFL) gradually decreased and all differences were statistically significant ($P < 0.05$). The foveal avascular zone (FAZ), choriocapillaris blood flow density (CCP), and optic nerve head (ONH) parameters showed no statistically significant differences between groups for each quadrant ($P > 0.05$). **Conclusion** SS-OCTA technology is helpful for the quantitative assessment of changes in retinal and choroidal blood flow and thickness in myopic patients, which can be used for routine fundus screening and follow-up in myopic patients, facilitating the early detection of trends in fundus changes in myopic patients.

Key words: myopia; retinal; choroid; swept-source optical coherence tomography angiography; blood flow and thickness

近视是全世界导致视力低下及致盲的主要原因之一,随着眼轴长度(axial length, AL)的增加病理性视网膜脱离、黄斑裂孔、脉络膜萎缩等的风险增加,导致不可逆的视力丧失。目前,近视的发生趋向于年轻化、高度化。HOLDEN B A 等^[1]的研究表明,近视和高度近视(high myopia, HM)的患病率分别为 28.3% 和 4.0%,据估计,到 2050 年,两者的患病率将分别增加到 49.8% 和 9.8%。在我国,近视患病率从 2006 年的 55.95% 显著上升到 2015 年的 65.48%^[2]。由于近视的发病机制尚未完全阐明,对近视相关眼底病变的认识尚不全面,目前尚无有效治疗近视的方法,因此,发现近视的早期变化,及时采取有效预防措施至关重要。光学相干断层扫描/光学相干断层扫描血管造影(optical coherence tomography/optical coherence tomography angiography, OCT/OCTA)依照光的相干性产生干涉,利用组织成像,能够分辨视网膜及脉络膜血流图像及厚度^[3],是一种非接触式、非侵入性眼科影像技术,无创、可重复操作,具有很高的使用价值。然而,以往的 OCTA 仪器都无法显示脉络膜深层血管,最新一代扫频 OCTA 成像系统能够识别包括 Bruch 膜和脉络膜-巩膜界面在内的每一层,因此,本研究使用扫频源光学相干层析成像(swept source optical coherence tomography, SS-OCT)观察不同眼轴长度的黄斑区及视盘周围视网膜、脉络膜血管密度及厚度的变化,并分析其相关性,以期发现近视眼底的早期变化及发展趋势,为近视的预防提供数据支持。

1 资料与方法

1.1 研究对象 选取 2021 年 9 月至 2023 年 9 月在蚌埠医科大学第一附属医院门诊就诊的患者 120 例(共 212 眼),年龄 7~30 岁。纳入标准:①最佳矫正视力 ≥ 0.8 ;②固视功能良好;③能配合相关检查;④眼压正常:1.33~2.79 kPa;⑤屈光介质清楚;⑥OCT 及相关模式信号 >7 ,OCT 检查和眼底检查眼底情况正常。排除标准:①患有影响眼部血液循环的疾病,如糖尿病、高血压、青光眼等;②眼部有活动性炎症;③患有全身结缔组织病,如风湿类疾病等;④近 2 周使用具有影

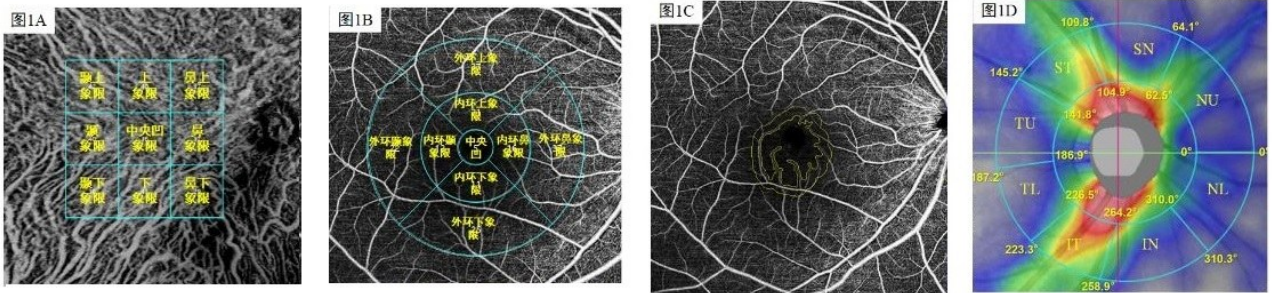
响血管功能药物;⑤眼底检查出现病理性改变,如黄斑裂孔、黄斑区新生血管等;⑥眼部外伤史及手术史。分组方法:按 AL 分为 4 组:AL1 组为 $22 \text{ mm} < \text{AL} \leq 24 \text{ mm}$ (61 眼),AL2 组为 $24 \text{ mm} < \text{AL} \leq 26 \text{ mm}$ (84 眼),AL3 组为 $26 \text{ mm} < \text{AL} \leq 28 \text{ mm}$ (49 眼),AL4 组为 $\text{AL} > 28 \text{ mm}$ (18 眼)。该研究符合赫尔辛基宣言的医学伦理学标准(批准号:2023287),均向患者解释说明本研究的目的并取得患者及其家属的同意,并签署知情同意书。

1.2 常规检查 全部入组的患者常规进行最佳矫正视力、裂隙灯显微镜、眼压(非接触眼压计)、眼底检查、电脑验光,并由同一个操作熟练的检查者使用 IOL Master700 测量仪测量入组患者的眼轴长度。

1.3 光学相干断层扫描血管成像检查方法 黄斑区脉络膜血流图像包括脉络膜毛细血管层血流密度(choroidal capillary plexus, CCP)及脉络膜中大血管层血流密度(large-sized and medium-sized vessels of the choroid, LMVC);CCP 定位于 Bruch 膜至 Bruch 膜下 $29 \mu\text{m}$,LMVC 定位于 Bruch 膜至脉络膜下边界;选择了总面积为 $6 \text{ mm} \times 6 \text{ mm}$ 的 3×3 个网格的九分区图,由 9 个象限组成:颞上象限、上象限、鼻上象限、颞象限、黄斑象限、鼻象限、颞下象限、下象限和鼻下象限(见图 1A)。量化分析包括 2D(基于脉络膜血管 enface 二维图像计算的传统血管密度)、脉络膜血管指数(choroidal vascular index, CVI)、脉络膜血管体积比(choroidal vascular volume ratio, CVV)、脉络膜基质体积密度(choroidal stromal index, CSI)、脉络膜基质体积比(choroidal stroma volume ratio, CSV)参数,以分析脉络膜的改变。受检者取坐位,将眼球调整至合适位置,使用 SS-OCTA 成像系统(BM-400K BMizar, 图湃科技,北京,中国)进行 OCTA 检查,采集黄斑区视网膜、脉络膜血流密度及厚度、黄斑中央凹无血管区数据、视盘周围视神经纤维层(retinal nerve fibre layer, RNFL)血流密度及厚度、视神经乳头(optic nerve head, ONH)的数据。黄斑区扫描:黄斑区视网膜血流、厚度及脉络膜厚度图像划分为以黄斑中心凹

为中心的直径 1 mm 和中心凹旁直径 3 mm 以及外侧直径 6 mm 的内、中、外 3 个 ETDRS 环,中心为黄斑区象限,内环和外环进一步分为上、鼻、下、颞 4 个象限,共 9 个象限,即黄斑区象限、内环颞象限、内环上象限、内环鼻象限、内环下象限、外环颞象限、外环上象限、外环鼻象限、外环下象限(见图 1B)。软件量化分析包括黄斑区的视网膜浅层毛细血管血流密度(superficial capillary plexus, SCP)及厚度(shallow retinal thickness, SRT),定位于内界膜至内丛状层下 9 μm;视网膜深层毛细血管血流密度(deep capillary plexus, DCP)及厚度(deep retinal thickness, DRT),定位于内丛状层下 6 μm 至外丛状层下 9 μm;全层视网膜血管血流密度(total retinal plexus, TRP)及厚度(retinal thickness, RT),定位于内界膜至外丛状层下 6 μm;全层脉络膜厚度(choroidal Thickness, CT),定位于 Bruch 膜下 29 μm 脉络膜下边界;中央凹下全层视网膜厚度(subfoveal retinal thickness, SFRT)以及黄斑区中心凹下全层脉络膜厚度(subfoveal choroidal thickness, SFCT),于黄斑中央凹的最凹点处做一垂直线,定位于此线上的视网膜与脉络膜。黄斑中心凹无

血管区(foveal avascular zone, FAZ)与视网膜分层一致,包含浅层 FAZ、深层 FAZ 及全层 FAZ;量化分析包括无血流区域面积 mm²、无血流区域周长、周长面积比、Faz300(%)参数(见图 1C)。视盘区扫描:视盘区采用 6 mm×6 mm 扫描范围,以视盘为中心划分直径为 2.5 mm 及 4.5 mm 的两个同心圆,软件运用改良的非对称法提供比传统的均匀分割更加匹配神经纤维束生理走向的 8 个象限:颞侧偏上象限(temporal-Upper, TU)、颞上象限(superotemporal, ST)、鼻上象限(superonasal, SN)、鼻侧偏上象限(nasal-upper, NU)、鼻侧偏下象限(nasal-lower, NL)、鼻下象限(inferonasal, IN)、颞下象限(inferotemporal, IT)、颞侧偏下象限(temporal-lower, TL)(见图 1D)。分析测量指标包括视神经纤维层(retinal nerve fibre layer, RNFL)血流密度、厚度和视神经乳头(optic nerve head, ONH)各参数变化。自动及手动矫正评估所有图像以确认黄斑位于黄斑区分析窗格的中心位置,视盘位于视盘区分析窗格的中心位置。OCTA 检查及分析由同一名经验丰富的眼科医师完成。



注:图 1A.黄斑区九分区图;图 1B.黄斑区 ETDRS 环分区;图 1C. FAZ 图;图 1D.视盘分区图。

图 1 分区图

1.4 统计学方法 采用 SPSS 26.0 统计软件进行分析。计数资料用频数和百分比($n, \%$)表示,行 χ^2 检验;计量资料组间比较,数据满足正态分布,采用方差分析,以($\bar{x} \pm s$)表示;未满足正态分布,采用 Kruskal-Wallis H 检验,以中位数和四分位数范围表示。黄斑及视盘周围血流密度及厚度与眼轴及年龄的相关性采

用 Pearson 或 Spearman 相关性分析。以 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 一般情况 各组间性别、年龄、眼压无明显差异,见表 1。

表 1 4 组患者基本信息比较

项目	AL1 组 (n = 61)	AL2 组 (n = 84)	AL3 组 (n = 49)	AL4 组 (n = 18)	χ^2 / H	P
性别					2.625	0.455
女	19(57.58)	29(58.00)	13(46.43)	3(33.33)		
男	14(42.42)	21(42.00)	15(53.57)	6(66.66)		
年龄/岁	17.00(13.00~19.00)	20.50(12.25~23.75)	21.50(13.75~26.00)	19.50(16.75~33.50)	4.249	0.236
眼压/kPa	1.66(1.58~1.77)	1.66(1.56~1.77)	1.66(1.57~1.73)	1.67(1.63~1.79)	0.543	0.653

注:表内计数资料数据用[$n(\%)$]表示,计量资料数据以 $M(P_{25} \sim P_{75})$ 表示。

2.2 4组间黄斑区视网膜血流密度比较 视网膜浅层毛细血管密度(SCP)中,与AL1组相比,AL2组在内环鼻象限血流密度降低,差异有统计学意义($P < 0.05$);AL3组在内环颞象限、内环上象限、内环鼻象限血流密度降低,差异有统计学意义($P < 0.05$);AL4组在内环颞象限、内环上象限、内环鼻象限、外环上象限、外环鼻象限血流密度降低,差异有统计学意义($P < 0.05$);其余象限组间两两相比均无统计学意义。与AL2组相比,AL3组、AL4组均仅在外环下象限血流密度降低,差异有统计学意义($P < 0.05$),其余象限组间两两相比均无统计学意义;与AL3组相比,AL4组在各象限均无统计学差异(见表2.1)。在视网膜深层毛细血管密度(DCP)中,与AL1组相比,AL3、AL4两组在所有象限血流密度降低,差异有统计学意义($P < 0.05$);与AL2组相比,AL3组在中心凹象限和外环鼻象限无统计学差异,AL4组仅在外环上象限无统计学差异;其余各象限两两相比差异均有统计学意义(P

< 0.05),血流密度降低。与AL3组相比,AL4组在各象限差异均无统计学意义(见表2.2)。全层视网膜毛细血管血流密度(TCP)中,与AL1组相比,AL2组仅在内环鼻象限差异有统计学意义($P < 0.05$);AL3组在内环颞象限、内环上象限、内环鼻象限差异有统计学意义($P < 0.05$);AL4组内环颞象限、内环上象限、内环鼻象限、外环颞象限、外环上象限、外环鼻象限差异有统计学意义($P < 0.05$),血流密度均降低;其余象限组间两两相比均无统计学差异。与AL2组相比,AL4组在外侧下象限差异有统计学意义($P < 0.05$),血流密度降低,其余象限组间两两相比均无统计学差异。AL3组与AL4组相比在各象限均无统计学差异(见表2.3)。在SCP和DCP中,除外环上象限外,虽然许多象限各组间两两相比无统计学差异,但随着眼轴的增加血流密度呈降低趋势;TCP中,除中央凹、外环上象限、外环下象限外同样如此。与SCP相比,DCP受眼轴长度影响的象限数目增加。

表2.1 4组间黄斑区浅层视网膜毛细血管血流密度比较

部位	AL1组 (n=61)	AL2组 (n=84)	AL3组 (n=49)	AL4组 (n=18)	H	P
中心凹象限	21.00(17.00~27.00)	19.50(14.00~25.00)	19.00(11.50~27.00)	18.00(11.25~24.50)	4.458	0.255
内环颞象限	33.00(27.00~36.00)	30.00(24.25~34.00)	29.00(20.00~34.00) ^a	28.50(19.00~30.75) ^a	11.239	0.010
内环上象限	37.00(30.00~41.00)	34.00(27.00~37.00)	31.00(25.50~34.50) ^a	28.50(27.25~34.50) ^a	15.337	0.002
内环鼻象限	32.00(28.00~36.00)	28.00(23.25~33.00) ^a	28.00(21.00~33.50) ^a	26.50(13.00~28.00) ^a	15.200	0.002
内环下象限	34.00(30.00~38.50)	33.00(27.00~36.00)	31.00(24.00~35.50)	29.00(24.25~34.00)	7.217	0.065
外环颞象限	36.00(31.50~39.00)	36.50(32.00~39.00)	34.00(30.00~37.50)	33.00(23.50~36.75)	9.260	0.026
外环上象限	44.00(41.00~45.00)	43.00(38.00~45.00)	41.00(37.00~43.00) ^a	41.00(39.00~44.75)	11.644	0.009
外环鼻象限	41.00(39.00~44.00)	41.00(38.00~44.00)	40.00(36.50~43.00)	35.00(28.00~42.00) ^a	8.465	0.037
外环下象限	42.00(39.00~45.00)	42.50(39.25~45.00)	41.00(32.50~43.50) ^b	39.50(27.75~41.75) ^b	13.282	0.004

注:表内计量资料数据以 $M(P_{25} \sim P_{75})$ 表示。a代表与AL1组相比有统计学差异,b代表与AL2组相比有统计学差异;所有比较均经过Bonferroni校正。

表2.2 4组间黄斑区深层毛细血管血流密度比较

部位	AL1组 (n=61)	AL2组 (n=84)	AL3组 (n=49)	AL4组 (n=18)	H	P
中心凹象限	21.00(15.00~28.00)	21.00(14.00~27.00)	16.00(10.25~22.25) ^a	12.00(8.25~17.75) ^{ab}	17.785	<0.001
内环颞象限	37.00(33.00~41.00)	36.00(29.25~39.75)	30.00(23.00~36.00) ^{ab}	26.50(22.00~32.00) ^{ab}	25.503	<0.001
内环上象限	41.00(36.50~43.00)	38.00(30.00~42.00)	31.00(23.00~37.00) ^{ab}	26.50(17.75~33.50) ^{ab}	42.543	<0.001
内环鼻象限	38.00(34.00~42.00)	36.00(26.25~40.00)	30.00(21.25~35.00) ^{ab}	24.50(11.00~29.00) ^{ab}	32.863	<0.001
内环下象限	39.00(31.00~42.00)	36.00(29.25~41.00)	31.50(21.00~36.75) ^{ab}	24.00(15.50~35.25) ^{ab}	28.662	<0.001
外环颞象限	39.00(35.00~41.00)	38.00(32.25~40.00)	32.00(27.25~37.75) ^{ab}	31.00(21.25~37.50) ^{ab}	30.437	<0.001
外环上象限	41.00(36.50~44.00)	38.50(33.25~42.00)	33.50(29.25~39.00) ^{ab}	34.00(29.00~39.75) ^a	29.830	<0.001
外环鼻象限	39.00(34.00~42.00)	37.00(32.00~41.00)	32.00(22.00~39.75) ^a	26.00(17.50~35.75) ^{ab}	20.494	<0.001
外环下象限	38.00(35.00~41.00)	38.00(30.50~41.00)	31.00(21.25~38.75) ^{ab}	28.50(22.25~34.50) ^{ab}	22.936	<0.001

注:表内计量资料数据以 $M(P_{25} \sim P_{75})$ 表示。a代表与AL1组相比有统计学差异;b代表与AL2组相比有统计学差异。所有比较均经过Bonferroni校正。

表 2.3 4 组间黄斑区全层视网膜毛细血管血流密度比较

部位	AL1 组 (n=61)	AL2 组 (n=84)	AL3 组 (n=49)	AL4 组 (n=18)	H	P
中心凹象限	18.00 (13.00~24.00)	16.50(11.25~21.00)	17.00 (10.50~22.00)	12.50(8.00~19.50)	5.858	0.119
内环颞象限	33.00 (26.50~36.00)	29.00 (22.25~34.00)	28.00 (22.00~32.50) ^a	26.50(17.25~30.00) ^a	12.014	0.007
内环上象限	36.00 (29.50~40.00)	33.00 (25.00~36.00)	29.00 (24.50~34.00) ^a	27.50(23.50~31.75) ^a	19.180	<0.001
内环鼻象限	32.00 (27.00~37.50)	28.00 (22.00~33.00) ^a	27.00 (20.50~33.00) ^a	23.50(10.25~26.50) ^a	20.169	<0.001
内环下象限	33.00 (28.50~38.00)	31.00 (26.00~35.00)	29.00 (23.00~35.50)	27.50(21.25~32.00)	10.044	0.018
外环颞象限	35.00 (31.50~39.00)	35.00 (30.00~38.00)	32.00 (28.50~37.00)	30.50(20.50~34.00) ^a	11.243	0.010
外环上象限	42.00 (39.00~45.00)	40.00 (35.00~44.00)	38.00 (36.00~42.00)	39.00 (36.00~43.50) ^a	13.410	0.004
外环鼻象限	39.00 (37.00~42.00)	39.00 (35.00~42.00)	38.00 (35.00~40.50)	32.50(23.25~40.50) ^a	9.928	0.019
外环下象限	40.00 (37.00~43.00)	40.50(37.00~43.00)	39.00 (31.50~41.00)	38.00 (24.50~39.75) ^b	13.307	0.004

注:表内计量资料数据以 $M(P_{25} \sim P_{75})$ 表示。a 代表与 AL1 组相比有统计学差异,b 代表与 AL2 组相比有统计学差异;所有比较均经过 Bonferroni 校正。

2.3 4 组间黄斑区视网膜厚度变化比较 外层视网膜厚度(SRT)中,与 AL1 组相比,AL2 组在中心凹区域厚度增加,差异有统计学意义($P < 0.05$);AL3 组在内环上象限及外环所有象限厚度减少,差异有统计学意义($P < 0.05$);AL4 组($AL \geq 28$ mm)在外环颞象限、外环上象限、外环下象限厚度减少,差异有统计学意义($P < 0.05$);其余象限组间两两相比均无统计学差异。与 AL2 组相比,AL3 组在中心凹区域外的所有象限厚度减少,差异均统计学差异($P < 0.05$),AL4 组在外环颞象限、外环上象限、外环下象限厚度减少,差异有统计学意义($P < 0.05$);其余象限组间两两相比均无统计学差异。AL3 组与 AL4 组在所有象限差异均无统计学意义(见表 3.1)。内层视网膜厚度(DRT)中,与 AL1 组相比,AL2 组在内环所有象限、外环鼻象限厚度增加,差异有统计学意义($P < 0.05$);AL3 组在内环上象限厚度增加、外环下象限厚

度减少,差异有统计学意义($P < 0.05$);AL4 组在外侧下象限厚度减少,差异有统计学意义($P < 0.05$);其余象限组间两两相比差异均无统计学意义,其中在中心凹和外侧上象限 Kruskal-Wallis H 检验显示 4 组间有差异,但两两比较未发现任两组间有具有统计学意义的差异(见表 3.2)。视网膜全层厚度(RT)中,与 AL1 组相比,AL2 组在中心凹区域的厚度增加,差异有统计学意义($P < 0.05$);AL3 组在外环的所有象限厚度均降低,差异有统计学意义($P < 0.05$);与 AL4 组相比在内环下象限及外环所有象限厚度均降低,差异有统计学意义($P < 0.05$);其余象限组间两两相比均无统计学差异(见表 3.3)。黄斑区外层视网膜厚度中,与 AL1 组相比,AL3 组在外环所有象限厚度均降低;与 AL2 组相比,AL3 组在除中央凹象限外所有象限厚度均降低,差异有统计学意义($P < 0.05$)。提示 SRT 受眼轴影响较大。

表 3.1 4 组间黄斑区外层视网膜厚度变化

单位: μm

部位	AL1 组 (n=61)	AL2 组 (n=84)	AL3 组 (n=49)	AL4 组 (n=18)	H	P
中心凹象限	221.50(212.00~235.00)	229.00 (223.50~237.00) ^a	227.00 (218.50~234.00)	229.00 (221.50~242.75)	12.369	0.006
内环颞象限	229.00 (216.25~235.00)	231.00 (225.00~237.00)	221.00 (216.50~229.50) ^b	224.50(218.00~231.50)	15.908	0.001
内环上象限	230.00 (219.00~237.00)	231.00 (225.00~237.00)	222.00 (216.00~228.00) ^{ab}	221.00 (215.25~231.00) ^b	23.488	<0.001
内环鼻象限	234.00 (220.25~240.75)	233.00 (229.00~241.75)	226.00 (221.00~230.00) ^b	231.50(215.75~238.75)	18.044	<0.001
内环下象限	224.00 (213.25~233.75)	226.00 (219.00~233.00)	218.00 (213.00~223.00) ^b	217.50(208.25~229.00)	15.962	0.001
外环颞象限	207.50(201.00~215.75)	208.00 (201.00~215.75)	199.00 (194.00~204.00) ^{ab}	198.00 (194.00~205.00) ^{ab}	28.245	<0.001
外环上象限	210.00 (201.00~216.00)	206.00 (201.00~210.75)	198.00 (195.50~204.00) ^{ab}	198.00 (193.25~207.50) ^a	31.241	<0.001
外环鼻象限	213.00 (203.50~221.00)	207.00 (203.00~213.00)	19.009(194.50~210.00) ^{ab}	200.50(193.75~215.00)	23.678	<0.001
外环下象限	198.00 (191.25~208.00)	193.50(189.00~204.75)	187.00 (181.50~193.00) ^{ab}	183.50(177.25~193.00) ^{ab}	36.704	<0.001

注:表内计量资料数据以 $M(P_{25} \sim P_{75})$ 表示。a 代表与 AL1 组相比有统计学差异,b 代表与 AL2 组相比有统计学差异;所有比较均经过 Bonferroni 校正。

表 3.2 4 组间黄斑区内层视网膜厚度变化

单位: μm

部位	AL1 组 ($n=61$)	AL2 组 ($n=84$)	AL3 组 ($n=49$)	AL4 组 ($n=18$)	H	P
中心凹象限	56.00 (52.00~64.00)	60.50(56.00~67.75)	62.00 (53.50~68.00)	69.00 (53.50~72.00)	8.388	0.039
内环颞象限	116.50(111.00~122.75)	120.50(117.00~125.00) ^a	122.00 (116.50~125.00)	120.50(116.25~122.75)	9.128	0.028
内环上象限	126.00 (120.25~134.50)	133.00 (127.00~136.00) ^a	131.00 (126.00~135.00) ^a	131.50(122.25~133.00)	10.412	0.015
内环鼻象限	126.00 (121.25~132.50)	131.00 (127.00~137.00) ^a	131.00 (123.50~134.50)	125.50(117.25~133.00)	11.543	0.009
内环下象限	127.50(121.00~134.75)	132.00 (127.25~137.00) ^a	130.00 (123.50~134.50)	129.00 (122.25~135.00)	10.092	0.018
外环颞象限	100.00 (95.00~105.00)	98.00 (95.00~103.00)	94.00 (90.50~98.00) ^{ab}	92.00 (90.25~93.00) ^{ab}	36.623	<0.001
外环上象限	115.00 (107.00~120.75)	113.50(107.50~119.75)	111.00 (105.00~115.00)	109.00 (105.25~113.75)	9.267	0.026
外环鼻象限	127.00 (118.00~133.75)	132.00 (126.00~136.00) ^a	129.00 (122.00~132.50)	127.50(124.25~132.75)	10.710	0.013
外环下象限	111.00 (106.00~116.75)	113.00 (107.00~116.00)	107.00 (101.50~111.00) ^{ab}	100.50(97.25~108.00) ^{ab}	24.041	<0.001

注:表内计量资料数据以 $M(P_{25} \sim P_{75})$ 表示。a 代表与 AL1 组相比有统计学差异,b 代表与 AL2 组相比有统计学差异;所有比较均经过 Bonferroni 校正。

表 3.3 4 组间黄斑区外层视网膜厚度变化

单位: μm

部位	AL1 组 ($n=61$)	AL2 组 ($n=84$)	AL3 组 ($n=49$)	AL4 组 ($n=18$)	H	P
中心凹象限	280.50(269.50~293.75)	293.00 (277.00~306.00) ^a	291.00 (272.50~301.00)	286.00 (273.25~295.50)	10.185	0.017
内环颞象限	343.50(337.00~356.50)	352.50(342.00~362.00)	343.00 (335.50~352.00) ^b	335.50(331.25~346.75) ^b	16.706	0.001
内环上象限	359.00 (347.00~367.75)	364.00 (351.25~372.75)	351.00 (345.00~359.50) ^b	346.00 (329.50~358.25) ^b	18.869	<0.001
内环鼻象限	361.00 (346.00~371.75)	364.00 (356.00~374.00)	355.00 (348.50~360.00) ^b	350.00 (335.25~367.25) ^b	19.481	<0.001
内环下象限	353.50(339.50~366.25)	358.00 (350.00~367.00)	348.00 (339.50~356.00) ^b	337.50(329.25~353.50) ^{ab}	23.321	<0.001
外环颞象限	308.50(300.00~319.00)	306.00 (297.25~317.00)	292.00 (286.50~300.00) ^{ab}	286.00 (277.50~292.75) ^{ab}	53.741	<0.001
外环上象限	322.00 (312.50~336.00)	319.00 (313.00~325.00)	30.006(300.50~317.50) ^{ab}	302.00 (295.25~319.50) ^{ab}	37.155	<0.001
外环鼻象限	340.00 (330.00~355.00)	339.00 (332.00~345.00)	327.00 (321.50~337.50) ^{ab}	320.50(314.25~342.50) ^{ab}	22.338	<0.001
外环下象限	312.50(302.25~322.75)	306.00 (300.00~317.25)	294.00 (287.50~301.00) ^{ab}	282.5(256.75~295.25) ^{ab}	58.528	<0.001
切线中央凹	235.00 (221.00~244.00)	238.00 (230.00~250.00)	235.00 (224.00~251.50)	239.50(232.00~256.00)	5.938	0.115

注:表内计量资料数据以 $M(P_{25} \sim P_{75})$ 表示。a 代表与 AL1 组相比有统计学差异,b 代表与 AL2 组相比有统计学差异;所有比较均经过 Bonferroni 校正。

2.4 4 组间黄斑区脉络膜血流密度变化比较 脉络膜血流密度分为黄斑区脉络膜毛细血管血流密度(CCP)及黄斑区脉络膜中大血管血流密度(LMVC),在 LMVC 中,从 5 个方面进行分析:①2D:基于脉络膜血管 enface 二维图像计算的传统血管密度;②脉络膜血管指数(CVI):指定区域内脉络膜血管体积与脉络膜体积的比值,相当于三维的血管密度,单位为%,此数值越大,血管越密集;③脉络膜血管体积比(CVV):指定区域内脉络膜血管的体积与该区域面积比值,单位为 μm 。此数值越大,血管量越多;④脉络膜基质体积比(CSV):指定区域内脉络膜基质的体积与该区域面积比值,单位为 μm ,此数值越大,基质量越多;⑤脉络膜基质体积密度(CSD):指定区域内脉络膜基质体积与脉络膜体积的比值。单位为%。此数值越大,基质越密集。在 CCP 中,各组之间在所有象限两两相比均无统计学意义(见表 4.1)。在 LMVC 中,以 CVI 为分析指标时,与 AL1 组相比,AL2 组在上象限和鼻下象限无统计学差异,在其余象限差异均有统计学意义($P < 0.05$),血流密度降低;AL3 组、AL4 组在除鼻下象限外的所有象限血流密度均降低,差异均有统计学意义($P < 0.05$);与 AL2 组相比,AL3 在鼻上象限和鼻

侧象限血流密度降低,差异有统计学意义($P < 0.05$);AL4 组在鼻上象限、中央凹象限、鼻象限和下象限血流密度降低,差异有统计学意义($P < 0.05$);AL3 组与 AL4 组在各象限差异均无统计学意义(见表 4.2)。在以 2D 为分析指标时,与 AL1 组相比,AL2 组仅在上象限有统计学差异($P < 0.05$),血管密度降低,其余组间各象限两两相比均无统计学差异(见表 4.3)。在以 CVV 为分析指标时,与 AL1 组相比,AL2、AL3、AL4 组在所有象限血管体积比均降低,差异有统计学意义($P < 0.05$);与 AL2 组相比,AL3 组、AL4 组在鼻上、中央凹、鼻象限血管体积比均降低,差异有统计学意义($P < 0.05$),AL4 组除上象限外还在下象限、鼻下象限有统计学差异($P < 0.05$),血管体积比均降低(见表 4.4)。在以 CSV 为分析指标时,与 AL1 组相比,AL2 组仅在上象限和中央凹象限有统计学差异($P < 0.05$),基质体积比降低;AL3、AL4 组在所有象限基质体积比均降低,差异有统计学意义($P < 0.05$);与 AL2 组相比,AL3 组仅在中央凹象限和鼻侧象限有统计学差异($P < 0.05$),AL4 组在除颞上象限外的其余象限基质体积比降低,均有统计学差异($P < 0.05$)。AL3 组与 AL4 组在各象限差异

均无统计学意义(见表 4.5)。在以 CSI 为分析指标时,除 AL2 组的上象限之外,与 AL1 组相比,AL2 组、AL3 组、AL4 组相比基质体密度均增加,差异均有统计学意义($P < 0.05$)(见表 4.6)。脉络膜血流中

CCP、2D 无统计学差异,在 CVI、CVV、CSV 表现出随着眼轴增加而下降的趋势,在 CSI 中表现为增加,这提示随着眼轴的增加,血流的改变主要发生在 LMVC,血流的减少较基质的增加更为显著。

表 4.1 4 组间黄斑区脉络膜毛细血管血流密度比较

部位	AL1 组 (n=61)	AL2 组 (n=84)	AL3 组 (n=49)	AL4 组 (n=18)	H	P
颞上象限	49.00 (44.00~58.00)	46.00 (44.25~60.75)	47.00 (44.50~59.50)	46.00 (42.25~48.00)	3.655	0.301
上象限	48.00 (44.00~56.50)	45.00 (42.25~59.75)	47.00 (43.00~58.50)	46.50(44.00~52.75)	2.035	0.565
鼻上象限	51.00 (46.00~65.00)	47.00 (44.00~61.00)	49.00 (46.00~61.00)	49.50(47.00~53.25)	7.165	0.067
颞象限	51.00 (43.00~58.50)	46.50(43.00~60.00)	45.00 (42.00~59.5.00)	44.00 (42.00~47.75)	2.963	0.397
中央凹象限	41.00 (38.50~47.50)	41.50(38.00~49.75)	43.00 (39.00~48.00)	44.50(32.75~48.25)	0.081	0.994
鼻象限	48.00 (44.00~60.00)	46.50(43.25~60.75)	47.00 (44.00~61.00)	47.00 (43.25~53.50)	1.952	0.583
颞下象限	50.00 (45.00~62.50)	47.00 (45.00~61.75)	47.00 (43.00~59.00)	45.50(40.75~48.00)	6.623	0.085
下象限	48.00 (44.00~58.50)	46.00 (43.25~60.75)	46.00 (42.00~59.00)	45.50(40.00~49.75)	4.190	0.242
鼻下象限	52.00 (46.00~63.00)	49.00 (46.00~63.00)	49.00 (45.50~61.50)	49.00 (38.50~50.00)	7.607	0.055

注:表内计量资料数据以 $M(P_{25} \sim P_{75})$ 表示。

表 4.2 4 组间黄斑区脉络膜血管体密度比较

部位	AL1 组 (n=61)	AL2 组 (n=84)	AL3 组 (n=49)	AL4 组 (n=18)	H	P
颞上象限	39.00 (35.00~42.00)	37.00 (33.00~39.00) ^a	36.00 (33.00~38.00) ^a	33.00 (27.50~38.25) ^a	18.497	<0.001
上象限	40.00 (37.00~44.00)	39.00 (36.00~42.00)	38.00 (35.00~40.00) ^a	36.50(29.25~39.00) ^a	13.440	0.004
鼻上象限	40.00 (36.00~41.00)	36.00 (3.001~38.00) ^a	33.00 (28.00~36.00) ^{ab}	30.00 (23.25~33.25) ^{ab}	49.204	<0.001
颞象限	40.00 (36.00~42.00)	36.00 (32.00~39.00) ^a	36.00 (32.00~37.50) ^a	35.00 (22.50~37.00) ^a	27.126	<0.001
中央凹象限	42.00 (39.00~44.00)	39.00 (37.00~41.00) ^a	38.00 (34.00~41.00) ^a	35.00 (17.75~40.00) ^{ab}	28.317	<0.001
鼻象限	40.00 (37.00~43.00)	37.00 (32.25~41.00) ^a	30.00 (22.50~35.00) ^{ab}	20.00 (17.00~28.75) ^{ab}	67.524	<0.001
颞下象限	40.00 (38.00~43.00)	37.00 (34.00~40.00) ^a	37.00 (32.50~39.00) ^a	34.50(27.75~39.25) ^a	28.246	<0.001
下象限	42.00 (39.50~44.00)	39.50(37.00~42.75) ^a	38.00 (33.50~42.00) ^a	33.00 (28.75~41.00) ^{ab}	30.285	<0.001
鼻下象限	39.00 (36.00~42.00)	36.00 (31.00~39.75)	31.00 (25.50~36.00)	20.50(18.75~30.75)	51.302	<0.001

注:表内计量资料数据以 $M(P_{25} \sim P_{75})$ 表示。a 代表与 AL1 组相比有统计学差异,b 代表与 AL2 组相比有统计学差异;所有比较均经过 Bonferroni 校正。

表 4.3 4 组间黄斑区脉络膜 2D 比较

部位	AL1 组 (n=61)	AL2 组 (n=84)	AL3 组 (n=49)	AL4 组 (n=18)	H	P
颞上象限	61.00 (59.00~62.00)	61.00 (60.00~62.75)	62.00 (59.50~63.50)	63.00 (60.75~63.25)	6.864	0.076
上象限	61.00 (59.00~63.00)	62.00 (61.00~63.00) ^a	62.00 (60.00~64.00)	62.00 (60.75~63.00)	9.081	0.028
鼻上象限	63.00 (61.00~64.00)	62.00 (60.25~63.00)	62.00 (59.00~64.00)	61.50(58.00~64.25)	6.175	0.103
颞象限	61.00 (59.00~62.50)	61.00 (59.00~62.00)	62.00 (59.00~64.00)	61.50(58.75~63.25)	1.625	0.654
中央凹象限	61.00 (59.00~62.00)	61.00 (60.00~63.00)	62.00 (60.00~64.00)	63.00 (53.75~64.00)	7.434	0.059
鼻象限	63.00 (62.00~65.00)	63.00 (61.00~64.75)	63.00 (57.00~64.00)	60.00 (53.00~65.00)	4.928	0.177
颞下象限	61.00 (59.00~62.00)	62.00 (61.00~63.00) ^a	61.00 (60.00~63.00)	62.00 (60.75~64.00)	11.252	0.010
下象限	62.00 (60.00~63.00)	62.00 (61.00~64.00)	63.00 (60.00~64.00)	62.50(59.75~65.00)	0.960	0.811
鼻下象限	62.00 (61.00~64.00)	63.00 (62.00~64.00)	63.00 (58.00~64.00)	58.00 (56.75~62.25) ^b	12.070	0.007

注:表内计量资料数据以 $M(P_{25} \sim P_{75})$ 表示。a 代表与 AL1 组相比有统计学差异,b 代表与 AL2 组相比有统计学差异;所有比较均经过 Bonferroni 校正。

2.5 黄斑区脉络膜厚度 与 AL1 组相比,AL2 组、AL3 组、AL4 组在所有象限厚度均降低,差异有统计学意义($P < 0.05$)。与 AL2 组相比,与 AL3 组中央凹象限、内环上象限、内环鼻象限、外环鼻象限均厚度降低,差异有统计学意义($P < 0.05$);与 AL4 组相比

在所有象限厚度均降低,差异有统计学意义($P < 0.05$)。AL3 组与 AL4 组相比在各象限差异均无统计学意义,见表 5。随着眼轴的增加,脉络膜厚度逐渐减少,主要影响鼻象限;虽有象限无统计学差异,但脉络膜厚度呈现出降低的趋势。

表 4.4 4 组间黄斑区脉络膜血管体积比比较

部位	AL1 组 (n=61)	AL2 组 (n=84)	AL3 组 (n=49)	AL4 组 (n=18)	H	P
颞上象限	122.00 (109.50~142.50)	109.50(88.00~122.00) ^a	97.00 (85.00~108.00) ^a	79.00 (46.25~114.50) ^a	29.897	<0.001
上象限	127.00 (108.00~144.50)	107.50(93.00~129.00) ^a	96.00 (80.50~109.00) ^a	74.00 (46.75~111.75) ^a	35.195	<0.001
鼻上象限	98.00 (74.00~112.50)	81.50(59.75~94.25) ^a	62.00 (43.00~83.00) ^{ab}	50.00 (33.50~70.50) ^{ab}	41.879	<0.001
颞象限	121.00 (102.00~149.50)	98.50(84.00~118.50) ^a	90.00 (72.00~106.00) ^a	72.00 (30.25~104.75) ^a	32.093	<0.001
中央凹象限	132.00 (112.50~149.00)	106.00 (86.75~124.25) ^a	85.00 (65.50~110.00) ^{ab}	55.50(19.75~87.00) ^{ab}	51.991	<0.001
鼻象限	96.00 (79.00~114.00)	78.00 (55.00~98.50) ^a	45.00 (31.00~67.50) ^{ab}	24.50(20.00~44.50) ^{ab}	55.011	<0.001
颞下象限	129.00 (112.00~156.50)	102.00 (83.75~128.50) ^a	95.00 (76.00~118.50) ^a	69.00 (45.00~115.25) ^a	31.096	<0.001
下象限	131.00 (112.00~159.00)	106.50(88.00~129.00) ^a	91.00 (72.00~117.00) ^a	53.00 (44.00~91.75) ^{ab}	42.422	<0.001
鼻下象限	94.00 (76.00~120.50)	73.00 (55.75~101.50) ^a	55.00 (37.00~75.50) ^a	25.50(23.25~51.00) ^{ab}	39.974	<0.001

注:表内计量资料数据以 $M(P_{25} \sim P_{75})$ 表示。a 代表与 AL1 组相比有统计学差异,b 代表与 AL2 组相比有统计学差异;所有比较均经过 Bonferroni 校正。

表 4.5 4 组间黄斑区脉络膜基质体积比比较

部位	AL1 组 (n=61)	AL2 组 (n=84)	AL3 组 (n=49)	AL4 组 (n=18)	H	P
颞上象限	203.00 (170.50~225.00)	179.00 (149.25~207.25)	170.00 (142.50~198.00) ^a	136.50(112.75~190.50) ^a	16.991	0.001
上象限	193.00 (162.50~214.00)	169.00 (146.75~201.00) ^a	148.00 (122.50~176.50) ^a	126.00 (105.00~155.50) ^{ab}	29.847	<0.001
鼻上象限	149.00 (131.00~178.50)	141.50(116.50~166.00)	118.00 (107.50~153.00) ^a	107.50(94.75~127.50) ^{ab}	22.583	<0.001
颞象限	198.00 (171.50~220.50)	175.00 (150.25~212.25)	172.00 (129.00~195.50) ^a	127.00 (97.00~174.00) ^{ab}	20.458	<0.001
中央凹象限	187.00 (164.00~213.00)	162.00 (143.50~194.75) ^a	141.00 (114.50~165.50) ^{ab}	106.00 (87.75~138.75) ^{ab}	46.434	<0.001
鼻象限	137.00 (122.00~158.50)	125.50(110.00~151.25)	108.00 (98.00~130.50) ^{ab}	94.50(87.25~106.25) ^{ab}	33.600	<0.001
颞下象限	190.00 (167.00~229.50)	172.50(148.75~209.50)	158.00 (133.00~198.00) ^a	125.00 (110.25~169.25) ^{ab}	21.797	<0.001
下象限	179.00 (152.50~209.00)	160.00 (141.00~187.00)	143.00 (120.00~179.00) ^a	113(0.099.75~136.50) ^{ab}	28.776	<0.001
鼻下象限	143.00 (124.00~168.00)	128.50(115.00~153.00)	114.00 (97.50~149.50) ^a	94.00 (86.50~129.50) ^{ab}	18.679	<0.001

注:表内计量资料数据以 $M(P_{25} \sim P_{75})$ 表示。a 代表与 AL1 组相比有统计学差异,b 代表与 AL2 组相比有统计学差异;所有比较均经过 Bonferroni 校正。

表 4.6 4 组间黄斑区脉络膜基质体密度比较

部位	AL1 组 (n=61)	AL2 组 (n=84)	AL3 组 (n=49)	AL4 组 (n=18)	H	P
颞上象限	61.00 (58.50~64.50)	63.00 (61.00~67.00) ^a	64.00 (62.05~67.00) ^a	66.00 (61.75~72.50) ^a	23.178	<0.001
上象限	60.00 (56.00~63.00)	61.00 (58.00~64.00)	62.00 (60.00~65.00) ^a	63.50(61.00~70.75) ^a	13.117	0.004
鼻上象限	61.00 (59.00~65.00)	64.00 (62.00~69.00) ^a	67.00 (64.00~72.00) ^a	70.00 (66.75~76.75) ^{ab}	42.663	<0.001
颞象限	60.00 (58.00~64.00)	64.00 (61.00~67.75) ^a	64.00 (63.00~68.00) ^a	65.00 (63.00~77.50) ^a	29.978	<0.001
中央凹象限	58.00 (56.00~61.00)	61.00 (58.25~63.00) ^a	62.00 (59.00~66.00) ^a	65.00 (60.00~82.25) ^{ab}	28.508	<0.001
鼻象限	60.00 (57.00~63.00)	63.00 (59.00~68.00) ^a	70.00 (65.00~77.50) ^{ab}	80.00 (71.25~83.00) ^{ab}	67.802	<0.001
颞下象限	60.00 (57.00~62.00)	62.00 (60.00~66.00) ^a	63.00 (61.00~67.50) ^a	65.50(60.75~72.25) ^a	31.539	<0.001
下象限	58.00 (56.00~60.50)	60.00 (57.25~63.00) ^a	62.00 (58.00~66.50) ^a	67.00 (59.00~71.25) ^{ab}	30.009	<0.001
鼻下象限	61.00 (58.00~65.00)	64.00 (61.00~69.00) ^a	69.00 (64.00~75.00) ^{ab}	79.50(69.25~81.25) ^{ab}	48.303	<0.001

注:表内计量资料数据以 $M(P_{25} \sim P_{75})$ 表示。a 代表与 AL1 组相比有统计学差异,b 代表与 AL2 组相比有统计学差异;所有比较均经过 Bonferroni 校正。

表 5 4 组间黄斑区脉络膜厚度比较

单位: μm

部位	AL1 组 (n=61)	AL2 组 (n=84)	AL3 组 (n=49)	AL4 组 (n=18)	H	P
中心凹象限	293.00 (256.50~339.50)	242.50(196.50~299.00) ^a	199.00 (149.00~250.50) ^{ab}	124.00 (68.75~188.25) ^{ab}	55.992	<0.001
内环颞象限	301.00 (267.50~348.50)	250.50(208.75~310.00) ^a	220.00 (159.50~265.00) ^a	137.00 (81.50~213.50) ^{ab}	51.518	<0.001
内环上象限	296.00 (255.50~330.00)	249.00 (210.50~299.75) ^a	203.00 (157.50~244.00) ^{ab}	135.00 (82.50~203.50) ^{ab}	50.218	<0.001
内环鼻象限	263.00 (222.00~299.50)	220.50(169.75~264.50) ^a	164.00 (123.50~209.00) ^{ab}	105.50(74.00~142.75) ^{ab}	55.499	<0.001
内环下象限	293.00 (256.00~346.50)	249.00 (201.00~296.50) ^a	198.00 (151.00~263.50) ^a	130.00 (88.75~169.75) ^{ab}	53.826	<0.001
外环颞象限	302.00 (258.00~348.00)	250.00 (208.25~304.75) ^a	229.00 (182.00~263.50) ^a	147.50(100.50~230.75) ^{ab}	37.522	<0.001
外环上象限	285.00 (240.00~310.50)	246.50(203.00~287.00) ^a	218.00 (172.00~253.50) ^a	153.00 (118.00~222.75) ^{ab}	36.600	<0.001
外环鼻象限	202.00 (166.00~232.50)	175.50(134.00~207.75) ^a	129.00 (98.50~168.50) ^{ab}	89.00 (74.25~97.50) ^{ab}	48.254	<0.001
外环下象限	273.00 (236.00~334.50)	234.00 (193.00~282.50) ^a	214.00 (158.50~264.00) ^a	131.00 (101.50~166.75) ^{ab}	41.211	<0.001
切线中央凹	294.00 (254.50~337.50)	241.00 (193.25~297.75) ^a	203.00 (154.50~259.00) ^a	120.00 (62.50~187.25) ^{ab}	52.142	<0.001

注:表内计量资料数据以 $M(P_{25} \sim P_{75})$ 表示。a 代表与 AL1 组相比有统计学差异,b 代表与 AL2 组相比有统计学差异;所有比较均经过 Bonferroni 校正。

2.6 黄斑中心凹无血管区(FAZ) 浅层 FAZ、深层

计学意义,见表 6.1~表 6.3。

FAZ 及全层视网膜 FAZ 中,所有统计指标均差异无统

表 6.1 4 组间黄斑中心凹视网膜浅层无血管区比较

部位	AL1 组 (n=61)	AL2 组 (n=84)	AL3 组 (n=49)	AL4 组 (n=18)	H	P
无血流区域面积/ μm^2	0.54(0.24~0.95)	0.62(0.29~0.96)	0.47(0.26~1.48)	0.61(0.295~3.70)	1.715	0.634
无血流区域周长/ μm^2	3.59(2.24~4.71)	3.71(2.28~6.26)	3.95(2.27~8.85)	4.48(2.49~13.93)	3.587	0.310
周长面积比	0.46(0.36~0.65)	0.44(0.28~0.66)	0.41(0.28~0.64)	0.37(0.22~0.53)	4.126	0.248
Faz300	0.26(0.22~0.37)	0.26(0.22~0.30)	0.25(0.21~0.30)	0.26(0.22~0.28)	1.063	0.786

注:表内计量资料数据以 $M(P_{25} \sim P_{75})$ 表示。

表 6.2 4 组间黄斑中心凹视网膜深层无血管区比较

部位	AL1 组 (n=61)	AL2 组 (n=84)	AL3 组 (n=49)	AL4 组 (n=18)	H	P
无血流区域面积/ μm^2	0.79(0.25~1.97)	0.78(0.31~1.64)	0.68(0.32~1.12)	0.7(0.22~1.51)	0.349	0.951
无血流区域周长/ μm^2	5.81(2.92~11.14)	5.41(2.43~9.39)	4.99(2.72~6.79)	5.12(2.53~8.41)	1.145	0.766
周长面积比	0.29(0.22~0.39)	0.30(0.24~0.46)	0.33(0.28~0.46)	0.35(0.28~0.47)	5.810	0.121
Faz300	0.22(0.18~0.27)	0.24(0.19~0.30)	0.23(0.17~0.30)	0.22(0.14~0.28)	3.330	0.343

注:表内计量资料数据以 $M(P_{25} \sim P_{75})$ 表示。

表 6.3 4 组间全层黄斑中心凹无血管区比较

部位	AL1 组 (n=61)	AL2 组 (n=84)	AL3 组 (n=49)	AL4 组 (n=18)	H	P
无血流区域面积/ μm^2	0.49(0.33~0.94)	0.58(0.29~1.44)	0.63(0.33~2.20)	1.24(0.35~4.96)	4.884	0.180
无血流区域周长/ μm^2	3.96(2.75~5.68)	4.41(2.65~8.33)	4.88(2.72~11.49)	8.3(3.05~15.71)	4.560	0.207
周长面积比/%	0.43(0.29~0.61)	0.34(0.22~0.57)	0.33(0.22~0.53)	0.28(0.22~0.45)	5.135	0.162
Faz300/%	0.26(0.23~0.29)	0.25(0.22~0.29)	0.24(0.21~0.29)	0.24(0.23~0.26)	3.835	0.280

注:表内计量资料数据以 $M(P_{25} \sim P_{75})$ 表示。

2.7 4 组间视神经纤维层(RNFL)血流密度变化比较

与 AL1 组相比,AL2 组在各象限差异均无统计学意义;AL3 组、AL4 组在鼻上象限(SN)、鼻侧偏上象限(NU)、鼻侧偏下象限(NL)、鼻下象限(IN)及 RNFL 平均血流中血流密度降低,差异有统计学意义($P < 0.05$),其余象限各组间两两相比差异无统计学意义。

与 AL2 组相比,AL3 组、AL4 组同样在鼻上象限(SN)、鼻侧偏上象限(NU)、鼻侧偏下象限(NL)、鼻下象限(IN)及 RNFL 平均血流中血流密度降低,差异有统计学意义($P < 0.05$),其余象限各组间两两相比差异无统计学意义,见表 7。随着眼轴的增加,RNFL 血流密度逐渐减少,并主要在视盘鼻侧。

表 7 4 组间视神经纤维层血流密度比较

部位	AL1 组 (n=61)	AL2 组 (n=84)	AL3 组 (n=49)	AL4 组 (n=18)	H	P
TU	44.00(41.00~46.00)	44.00(38.00~46.00)	41.00(35.00~44.00)	43.00(32.00~45.00)	6.844	0.077
ST	49.50(47.00~51.00)	49.00(45.00~52.00)	48.00(44.00~53.00)	43.00(33.00~55.00)	2.381	0.497
SN	51.00(49.00~53.00)	50.00(47.25~52.00)	45.00(40.00~48.00) ^{ab}	42.00(33.00~45.00) ^{ab}	38.955	<0.001
NU	46.00(44.00~48.00)	45.00(40.25~47.00)	39.00(31.00~43.00) ^{ab}	30.00(25.00~38.00) ^{ab}	46.852	<0.001
NL	42.00(37.00~44.00)	40.00(35.00~43.00)	33.00(27.00~39.00) ^{ab}	27.00(22.00~29.00) ^{ab}	42.387	<0.001
IN	50.00(47.00~52.00)	49.00(47.00~51.00)	45.00(37.00~50.00) ^{ab}	33.00(28.00~43.00) ^{ab}	35.332	<0.001
IT	49.00(47.00~51.00)	50.00(48.00~53.00)	48.00(44.00~51.00) ^b	47.00(34.00~49.00) ^b	19.226	<0.001
TL	43.00(39.25~44.00)	43.00(39.00~45.00)	41.00(36.00~44.00)	41.00(15.00~45.00)	6.845	0.077
平均值	46.96(45.43~48.32)	46.43(44.43~47.86)	42.50(36.97~46.22) ^{ab}	38.19(30.42~42.45) ^{ab}	39.790	<0.001

注:①表内计量资料数据以 $M(P_{25} \sim P_{75})$ 表示。a 代表与 AL1 组相比有统计学差异,b 代表与 AL2 组相比有统计学差异;所有比较均经过 Bonferroni 校正。②TU:temporal-upper 颞侧偏上象限、ST:superotemporal 颞上象限、SN:superonasal 鼻上象限、NU:nasal-upper 鼻侧偏上象限、NL:nasal-lower 鼻侧偏下象限、IN:inferonasal 鼻下象限、IT:inferotemporal 颞下象限、TL:temporal-lower 颞侧偏下象限。

2.8 4 组间视神经纤维层(RNFL)厚度变化比较 与 AL1 组相比,AL2 组鼻侧偏下象限(NL)、鼻下象限(IN)象限厚度减少,而在 IT 象限厚度增加,差异有统计学意义($P < 0.05$);AL3 组、AL4 组在颞侧偏上象限(TU)、颞下象限(IT)象限增加,而在鼻上象限(SN)、鼻侧偏上象限(NU)、鼻侧偏下象限(NL)、鼻下象限(IN)减少,差异有统计学意义($P < 0.05$);其余象限各组间两两相比差异无统计学意义。与 AL2 组

相比,AL3 组仅在 TU 象限厚度增加,其余象限无统计学差异;AL4 组在颞侧偏上象限(TU)厚度增加,鼻上象限(SN)、鼻侧偏上象限(NU)、鼻下象限(IN)厚度减少;其余象限各组间两两相比差异无统计学意义。AL3 组与 AL4 组在各象限差异均无统计学意义,见表 8。在 RNFL 厚度中,随着眼轴的增长,主要在 TU、ST 象限表现为厚度增加,而在其他象限主要表现为厚度减少。

表 8 4 组间视神经纤维层厚度

单位: μm

部位	AL1 组 ($n=61$)	AL2 组 ($n=84$)	AL3 组 ($n=49$)	AL4 组 ($n=18$)	H	P
TU	79.50(74.00~88.00)	83.00(75.00~94.00)	90.00(82.00~103.50) ^{ab}	93.00(88.00~112.00) ^{ab}	23.767	<0.001
ST	141.50(122.50~156.75)	141.00(121.00~159.00)	144.00(123.00~160.00)	137.00(114.00~155.00)	1.216	0.749
SN	126.50(113.25~141.00)	122.00(103.75~144.00)	106.00(96.00~131.50) ^a	91.00(83.00~112.00) ^{ab}	21.936	<0.001
NU	86.00(75.00~96.00)	83.00(71.00~92.25)	78.00(66.50~84.00) ^a	64.00(59.00~73.00) ^{ab}	30.999	<0.001
NL	70.50(63.00~78.00)	64.00(57.75~71.00) ^a	64.00(52.50~68.00) ^a	59.00(54.00~69.00) ^a	20.587	<0.001
IN	132.50(118.25~148.75)	119.50(103.00~130.50) ^a	107.00(86.50~129.00) ^a	84.00(75.00~112.00) ^{ab}	38.411	<0.001
IT	158.00(137.25~170.75)	162.50(149.75~177.25) ^a	166.00(146.00~184.50) ^a	155.00(98.00~160.00) ^a	6.503	0.090
TL	74.50(66.00~82.00)	83.50(72.75~93.25)	89.00(79.00~105.00)	94.00(82.00~113.00)	29.223	<0.001
平均值	104.50(100.00~113.00)	103.00(96.00~111.50)	104.00(95.50~111.00)	92.00(85.00~103.00) ^a	11.754	0.008

注:①表内计量资料数据以 $M(P_{25} \sim P_{75})$ 表示。a 代表与 AL1 组相比有统计学差异,b 代表与 AL2 组相比有统计学差异;所有比较均经过 Bonferroni 校正。②TU:temporal-upper 颞侧偏上象限、ST:superotemporal 颞上象限、SN:superonasal 鼻上象限、NU: nasal-upper 鼻侧偏上象限、NL:nasal-lower 鼻侧偏下象限、IN:inferonasal 鼻下象限、IT:inferotemporal 颞下象限、TL:temporal-lower 颞侧偏下象限。

2.9 4 组间视神经乳头(ONH)变化比较 AL1 组在视盘面积上与 AL2 组、AL3 组相比仅表现为面积减少,有统计学差异($P < 0.05$),在盘沿面积、视杯体

积、杯盘比、垂直比、水平比方面,4 组间两两相比差异均无统计学意义,见表 9。

表 9 4 组间视盘区视神经乳头(ONH)比较

部位	AL1 组 ($n=61$)	AL2 组 ($n=84$)	AL3 组 ($n=49$)	AL4 组 ($n=18$)	H	P
视盘面积/ mm^2	1.69(1.45~1.96)	1.47(1.28~1.80)①	1.4(1.14~1.86)①	1.43(1.18~1.82)	13.027	0.005
盘沿面积/ mm^2	1.03(0.85~1.28)	1.03(0.76~1.18)	0.94(0.69~1.20)	0.99(0.78~1.10)	2.815	0.421
视杯体积/ mm^3	0.10(0.03~0.19)	0.08(0.03~0.15)	0.06(0.01~0.13)	0.04(0.02~0.11)	4.983	0.173
杯盘比	0.36(0.23~0.48)	0.32(0.20~0.53)	0.30(0.14~0.49)	0.27(0.17~0.44)	0.850	0.838
垂直比	0.55(0.37~0.62)	0.49(0.37~0.63)	0.42(0.30~0.60)	0.48(0.30~0.61)	1.791	0.617
水平比	0.66(0.50~0.77)	0.67(0.53~0.77)	0.64(0.48~0.79)	0.63(0.54~0.71)	0.868	0.833

注:①表内计量资料数据以 $M(P_{25} \sim P_{75})$ 表示。a 代表与 AL1 组相比有统计学差异。所有比较均经过 Bonferroni 校正。

3 视网膜、脉络膜血流、厚度与眼轴的相关性分析

相关性分析表明浅层视网膜毛细血管血流(SCP),深层视网膜毛细血管血流(DCP),全层视网膜血流(TCP),脉络膜中大血管血流中脉络膜血管指数(CVI)、脉络膜血管体积比(CVV)、脉络膜基质体积密度(CSI)、脉络膜基质体积比(CSV),脉络膜厚度的所

有象限与眼轴呈负相关。内层视网膜厚度的外环颞象限、外环上象限、外环下象限,外层视网膜厚度除中央凹及内环颞象限外的所有象限,脉络膜毛细血管(CCP)的上象限、颞象限、颞下象限、下象限、鼻下象限均与眼轴呈负相关,见表 10.1、表 10.2。

表 10.1 各分析指标与眼轴的相关性

变量	中心凹象限	内颞象限	内上象限	内鼻象限	内下象限	外颞象限	外上象限	外鼻象限	外下象限
SCP									
<i>r</i>	-0.530 ^b	-0.555 ^b	-0.520 ^b	-0.556 ^b	-0.555 ^b	-0.455 ^b	-0.437 ^b	-0.512 ^b	-0.485 ^b
<i>P</i>	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
DCP									
<i>r</i>	-0.414 ^b	-0.326 ^b	-0.518 ^b	-0.443 ^b	-0.433 ^b	-0.431 ^b	-0.419 ^b	-0.359 ^b	-0.359 ^b
<i>P</i>	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
TRP									
<i>r</i>	-0.293 ^b	-0.196 ^b	-0.351 ^b	-0.340 ^b	-0.280 ^b	-0.250 ^b	-0.282 ^b	-0.235 ^b	-0.230 ^b
<i>P</i>	<0.001	0.004	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.001	0.001
DRT									
<i>r</i>	0.2145 ^b	0.145 ^a	0.094	0.064	0.056	-0.401 ^b	-0.205 ^b	0.002	-0.280 ^b
<i>P</i>	0.002	0.036	0.177	0.355	0.417	<0.001	0.003	0.978	<0.001
SRT									
<i>r</i>	0.138 ^a	-0.122	-0.254 ^b	-0.183 ^b	-0.213 ^b	-0.362 ^b	-0.406 ^b	-0.399 ^b	-0.478 ^b
<i>P</i>	0.046	0.080	<0.001	0.008	0.002	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
RT									
<i>r</i>	-0.044	0.172 ^a	-0.147 ^a	-0.132	-0.162 ^a	-0.437 ^b	-0.393 ^b	-0.282 ^b	-0.503 ^b
<i>P</i>	0.525	0.013	0.033	0.057	0.019	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
CT									
<i>r</i>	-0.530 ^b	-0.555 ^b	-0.520 ^b	-0.556 ^b	-0.555 ^b	-0.455 ^b	-0.437 ^b	-0.512 ^b	-0.485 ^b
<i>P</i>	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

注:①SCP:浅层视网膜毛细血管血流密度;DCP:深层视网膜毛细血管血流密度;TRP:全层视网膜血流密度;DRT:视网膜深层厚度;SRT:视网膜浅层厚度;RT:全层视网膜厚度;CT:脉络膜厚度。②a:在 0.05 级别(双尾),相关性显著;b:在 0.01 级别(双尾),相关性显著。

表 10.2 各分析指标与眼轴的相关性

变量	颞上象限	上象限	鼻上象限	颞象限	中央凹象限	鼻象限	颞下象限	下象限	鼻下象限
CCP									
<i>r</i>	-0.103	-0.159 ^a	-0.109	-0.149 ^a	-0.081	-0.100	-0.214 ^b	-0.189 ^b	-0.194 ^b
<i>P</i>	0.136	0.021	0.116	0.031	0.240	0.148	0.002	0.006	0.005
CVI									
<i>r</i>	-0.289 ^b	-0.336 ^b	-0.501 ^b	-0.398 ^b	-0.408 ^b	-0.615 ^b	-0.425 ^b	-0.429 ^b	-0.524 ^b
<i>P</i>	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
2D									
<i>r</i>	0.144 ^a	0.177 ^a	-0.173 ^a	0.091	0.179 ^b	-0.215 ^b	0.088	0.082	-0.147 ^a
<i>P</i>	0.038	0.011	0.012	0.192	0.010	0.002	0.207	0.240	0.034
CVV									
<i>r</i>	-0.442 ^b	-0.412 ^b	-0.469 ^b	-0.436 ^b	-0.545 ^b	-0.563 ^b	-0.439 ^b	-0.506 ^b	-0.476 ^b
<i>P</i>	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
CSV									
<i>r</i>	-0.401 ^b	-0.315 ^b	-0.311 ^b	-0.348 ^b	-0.511 ^b	-0.427 ^b	-0.364 ^b	-0.412 ^b	-0.339 ^b
<i>P</i>	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
CSI									
<i>r</i>	0.285 ^b	0.364 ^b	0.478 ^b	0.414 ^b	0.409 ^b	0.632 ^b	0.452 ^b	0.426 ^b	0.507 ^b
<i>P</i>	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

注:①CCP:脉络膜毛细血管血流密度;CVI:脉络膜血管指数;CVV:脉络膜血管体积比;CSI:脉络膜基质体积密度;CSV:脉络膜基质体积比。②a:在 0.05 级别(双尾),相关性显著;b:在 0.01 级别(双尾),相关性显著。

4 讨论

利用 OCTA 测量眼底血流及厚度的改变已经在临床上获得了很多成果,它作为一种成熟的眼底成像技术,提供了关于量化视网膜细微改变的方案。与之前的研究不同的是,本研究利用最新一代的 SS-OCT 全面观察不同 AL 患者视网膜、脉络膜的血流和厚度、RNFL 血流密度及厚度、FAZ 数据、ONH 参数等改变,且对脉络膜进行了不同角度的分析以评估其变化,可以更深入了解近视患者的脉络膜变化,对近视患者的眼底改变进行了整体的数据分析,为判断近视患者的早期眼底改变提供一定参考。

在之前的相关研究中,LENG Y X 等^[4]控制年龄变量后,在高度近视和 AL 较长的眼睛中,发现黄斑区视网膜 SCP 和 DCP 没有降低,这与本研究相反,本研究结果提示随着眼轴的增加,特别是在 AL > 26 mm 之后,无论是 SCP 还是 DCP,均较 AL < 26 mm 的血流密度降低,造成这种差异的原因可能是由于该研究在分析 AL 对血流密度的影响时将年龄变量控制在较小范围内,而本研究虽然各组间年龄无统计学差异,但跨度较大。一项对黄斑区血流及厚度的研究表明,视网膜浅层毛细血管血流密度和视网膜厚度随着近视的进展而减少,中央凹除外^[5],但本研究同样提示了中央凹处的 DCP 随着 AL 的增加而减少。LIN L L 等^[6]对比观察了 8~16 岁的轻度近视与中高度近视的视网膜血流,指出无病理性近视的儿童和青少年的 SCP 不受影响,在该研究中,AL 在 22.77~26.07 mm 之间波动,AL 伸长率不显著,而在本次研究中,AL 在 22.03~30.73 mm 之间,伸长率较为显著,这可能是造成与本次研究结果不同的原因。

在 ZHU Q 等^[7]的研究中,当正视向低度至中度近视发展时,中央凹旁和中央凹周围区域的 RT 显著降低,进一步向高度近视发展时则只有中央凹周围区域的 RT 显著降低,与本研究结果一致,可能是由于距中央凹越远,视网膜中的大血管和视纤维越少,这两者有助于承受由 AL 增加而带来的视网膜的拉伸,从而保护黄斑结构。LUO H D 等^[8]等针对近视儿童的研究则发现黄斑中央凹及周围区域的视网膜厚度增加,其认为可能是由于中央凹下脉络膜视网膜发生病理性变化,即随着 AL 延长,视网膜受到牵拉,导致视网膜色素上皮层渗出性水肿、增厚,从而使视网膜的厚度增加;本研究发现,随着 AL 的增加,DRT 在黄斑中央凹及内环的所有象限均增加,SRT 在所有象限则基本表现为减少,提示 AL 的增加对 RT 的影响可能主要发生在 SRT 层,DRT 则有一定能力对抗这种影响。

脉络膜血管由 3 个血管层组成:CCP、Sattler 层和 Haller 层。Sattler 层包含中小型血管,供应 CCP 的血

液,Haller 层包含大血管,为脉络膜提供主要动脉供应和静脉引流。CVI 与 CVV 的变化可以体现出 LMVC 中血管的变化,CSI 与 CSV 则可以体现出 LMVC 中基质的变化。GAO J 等^[3]将研究眼分为低度近视、中度近视或高度近视,分析 CT、CCP 血管密度以及 LMVC 血管密度,结果显示在高度近视中除鼻上方网格外,大多数网格的 CT、CSHL 血管密度显著降低,且在大多数网格中,CSHL 血管密度与轴向长度呈负相关,CCP 在各象限均无统计学差异。本研究 CCP 在 4 组间并无明显统计学差异。此外,有关近视患者 CVV 和 CVI 的研究中,发现高度近视黄斑区 CVV、CVI 低于正视、轻度近视和高度近视,提出 CVI、CVV 的减少意味着近视发展过程中脉络膜血管成分的丧失可能比基质的丧失更严重^[9]。本研究除了发现随着 AL 增加 CVV 与 CVI 降低外,还有 CSV 降低和 CSI 增加,提示随着眼轴增长影响脉络膜血管成分甚于基质成分。

本研究发现脉络膜厚度在所有象限均随着 AL 增加而减少。一项对 118 名儿童进行为期一年的纵向研究发现脉络膜变薄于近视早期就已发生,而此时视网膜厚度不变或增加,这表明在近视早期进展中,脉络膜变薄可能先于视网膜变薄^[10]。GYAWALI P 等^[11]的研究提示,与其他近视组相比,高度近视眼的患者脉络膜明显更薄。在关于黄斑 FAZ 的研究中,先前的研究表明,近视组和对照组的 FAZ 面积没有显著差异^[12],与本次研究结果一致,但也有研究指出高度近视眼的 FAZ 扩大,同时中央凹旁血管密度降低,这种下降在 SCP 中更为突出,并且与视网膜厚度密切相关^[13]。本研究中观察到 SRT 的下降,而 FAZ 和 SCP 则只在颞侧和上方象限减少,这可能是由于该研究采用了 Bennett 公式来校正 FAZ 区域的放大效果。此外,一项在高度近视与非高度近视的研究中发现高度近视浅层视网膜中的 FAZ 面积较小^[14],也有文章提出 FAZ 还可能受到视盘倾斜程度的影响^[15],这说明视网膜 FAZ 的改变并不受单一因素的影响而是多种因素同时作用。在关于视盘周围 RNFL 厚度的研究中,MISHRA A 等^[16]研究发现视盘周围区域的上、下象限厚度与 AL 存在显著负相关,然而,在鼻象限和颞象限,视盘周围 RNFL 厚度的测量值与 AL 之间没有统计学上的关联。LIN T N 等^[17]研究了 204 名 6~17 岁未成年人的右眼,发现随着 AL 的增加,在上、鼻和下象限观察到视盘旁 RNFL 厚度显著降低,而在颞象限观察到 RNFL 厚度显著增加,并推测产生这种变化的原因可能是在儿童近视发展过程中,随着 AL 长度的增加,与视盘相邻的神经纤维会重新分布。本研究提示随着 AL 增加血流密度的减少局限于鼻侧,且黄斑区鼻侧视网膜厚度与视盘区 RNFL 颞侧厚度变化趋势一致,验

证了本研究的可靠性。

综上所述,随着 AL 的增加,黄斑区 SCP 和 DCP 均减少,SCP 减少主要在内环鼻侧和上方象限,DCP 的减少主要在内环,且随着 AL 的增长,DCP 减少范围逐渐从内环向外环发展;黄斑区厚度在 SRT 表现为减少,AL 的增长主要影响其外环区域,DRT 增加;脉络膜血流随着眼轴增加 CVI、CVV、CSV 表现为下降,CSI 中表现为增加,提示随着 AL 的增加同时发生脉络膜血流减少和基质成分增加,且随着 AL 增长受影响区域逐渐从鼻下向颞上发展;脉络膜厚度随眼轴增加而减少。FAZ、CCP、ONH 各象限两两相比差异均无统计学意义。以上研究结果显示,SS-OCTA 技术有助于定量评估近视患者视网膜脉络膜血流及厚度的改变,可用于近视患者常规眼底筛查及随访,便于早期发现近视患者眼底变化的趋势。

参考文献:

- [1] HOLDEN B A,FRICKE T R,WILSON D A,et al. Global prevalence of myopia and high myopia and temporal trends from 2000 through 2050[J]. *Ophthalmology*,2016, 123(5):1036-1042.
- [2] LI Y,LIU J,QI P C. The increasing prevalence of myopia in junior high school students in the Haidian District of Beijing,China:a 10-year population-based survey[J]. *BMC Ophthalmol*,2017,17(1):88.
- [3] GAO J,RAO C H,LI F,et al. Ultra-widefield swept-source optical coherence tomography angiography in the assessment of choroidal changes in young adults with myopia[J]. *Transl Vis Sci Technol*,2022,11(12):14.
- [4] LENG Y X,TAM E K,FALAVARJANI K G,et al. Effect of age and myopia on retinal microvasculature[J]. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging Retina*,2018,49(12): 925-931.
- [5] MENG Y,YI Z H,XU Y S,et al. Changes in macular vascular density and retinal thickness in young myopic adults without pathological changes: an OCTA study[J]. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*,2022,26(16):5736-5744.
- [6] LIN L L,ZHANG X H,HUANG C T,et al. Evaluation of retinal vascular density and related factors using OCTA in children and adolescents with myopia without maculopathy[J]. *J Int Med Res*,2023,51(1):30006052211050136.
- [7] ZHU Q,CHEN C W,YAO J Y. Vessel density and retinal thickness from optical coherence tomography angiography as new indexes in adolescent myopia[J]. *J Ophthalmol*, 2021,2021:6069833.
- [8] LUO H D,GAZZARD G,FONG A,et al. Myopia, axial length,and OCT characteristics of the macula in Singaporean children[J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*,2006,47 (7):2773-2781.
- [9] LUO H,SUN J F,CHEN L,et al. Compartmental analysis of three-dimensional choroidal vascularity and thickness of myopic eyes in young adults using SS-OCTA[J]. *Front Physiol*,2022,13:916323.
- [10] JIN P Y,ZOU H D,XU X,et al. Longitudinal changes in choroidal and retinal thicknesses in children with myopic shift[J]. *Retina*,2019,39(6):1091-1099.
- [11] GYAWALI P,JNAWALI A,KHARAL A,et al. Subfoveal choroidal imaging in high myopic nepalese cohort [J]. *J Ophthalmol*,2023,2023:2209496.
- [12] MILANI P,MONTESANO G,ROSSETTI L,et al. Vessel density,retinal thickness,and choriocapillaris vascular flow in myopic eyes on OCT angiography[J]. *Albrecht von Graefes Fur Klin Und Exp Ophthalmol*,2018,256 (8):1419-1427.
- [13] MIN C H,AL-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.
- [14] WONG C W,MATSUMURA S,HTOON H M,et al. Assessment of the macular microvasculature in high myopes with swept source optical coherence tomographic angiography [J]. *Front Med (Lausanne)*, 2021, 8: 619767.
- [15] SUNG M S,LEE T H,HEO H,et al. Association between optic nerve head deformation and retinal microvasculature in high myopia[J]. *Am J Ophthalmol*,2018, 188:81-90.
- [16] MISHRA A,PATTNAIK L,MISHRA S,et al. Assessment of changes in optic disc parameters and peripapillary retinal nerve fiber layer thickness in myopic patients and its correlation with axial length and degree of myopia [J]. *Indian J Ophthalmol*,2022,70(12):4343-4348.
- [17] LIN T N,SU L,LIN J H,et al. Study on the optic nerve fiber layer thickness and changes in blood flow in myopic children[J]. *Int J Gen Med*,2021,14:3287-3293.

收稿日期:2024-01-14;修回日期:2024-02-28