

• 论 著 • DOI:10.3969/j.issn.1672-9455.2024.07.012

青少年近视患者近视程度与角膜生物力学参数及视网膜微血管指标的相关性分析*

贾娜,符俊达,朱海萍,杨婉晨,孙轶军[△]

河北省秦皇岛市第一医院眼科,河北秦皇岛 066000

摘要:目的 探讨青少年近视患者的近视程度与角膜生物力学参数及视网膜微血管指标的相关性。方法 选取 2022 年 5 月至 2023 年 6 月于该院眼科就诊的 171 例(342 眼)青少年近视患者作为研究对象,根据等效球镜度(SE)将其分为低度组 51 例(102 眼)、中度组 67 例(134 眼)、高度组 53 例(106 眼)。选取同期该院健康体检者 50 例(100 眼)为对照组。分析 SE 与各组间角膜生物力学参数、视网膜微血管及黄斑区血流指标的相关性。结果 相关性分析结果显示,角膜滞后量(CH)与 SE 呈正相关($P<0.05$);角膜阻力因子(CRF)与 SE 无明显相关性($P>0.05$)。黄斑区整体及内环视网膜浅层毛细血管丛(SCP)血管密度与 SE 呈正相关($P<0.05$);黄斑区中心凹及外环视网膜 SCP 血管密度与 SE 无明显相关性($P>0.05$);黄斑区整体及外环视网膜深层毛细血管丛(DCP)血管密度与 SE 呈正相关($P<0.05$);黄斑区中心凹及内环视网膜 DCP 血管密度与 SE 无明显相关性($P>0.05$);黄斑区视网膜浅层毛细血管丛血流密度(SVD)、深层毛细血管丛血流密度(DVD)及中心凹无血管区(FAZ)面积与 SE 呈正相关($P<0.05$)。结论 对于青少年近视患者而言,随着近视程度的增加,角膜黏弹性及角膜硬度降低,黄斑区视网膜微血管密度降低,但 FAZ 面积等相关参数变化尚存争议。光学相干断层扫描血管成像技术对视网膜进行分层定量检测的临床诊疗意义重大。

关键词:近视; 角膜生物力学; 视网膜; 黄斑; 青少年

中图分类号:R778.1

文献标志码:A

文章编号:1672-9455(2024)07-0918-05

Analysis on correlation between myopia degree with corneal biomechanics parameter and retinal microvasculature indicators in adolescents with myopia*

JIA Na, FU Junda, ZHU Haiping, YANG Wanchen, SUN Yijun[△]

Department of Ophthalmology, Qinhuangdao Municipal First Hospital,
Qinhuangdao, Hebei 066000, China

Abstract: Objective To investigate the correlation between the myopia degree with corneal biomechanics parameter and retinal microvasculature indicators in adolescents with myopia. **Methods** A total of 171 adolescent patients with myopia (342 eyes) visiting in the department of ophthalmology in this hospital from May 2022 to June 2023 were selected as the study subjects and divided into the low degree group (51 cases, 102 eyes), moderate group (67 cases, 134 eyes) and high degree group (53 cases, 106 eyes) according to the equivalent spherical lens (SE). Fifty healthy individuals (100 eyes) undergoing physical examination in this hospital during the same period were selected as the control group. The correlation between SE with corneal biomechanics parameter, retinal microvessel and macular blood flow indicators was analyzed. **Results** The correlation analysis results showed that the corneal hysteresis (CH) quantity was positively correlated with SE ($P<0.05$); There was no significant correlation between corneal resistance factor (CRF) and SE ($P>0.05$). The overall and superficial capillary plexus (SCP) vascular density in the macular area and inner ring of the retina was positively correlated with SE ($P<0.05$). There was no significant correlation between SCP vascular density and SE in the central fovea and outer ring of the macular region ($P>0.05$). The vascular density of the deep capillary plexus (DCP) in the macular area and outer ring of the retina was positively correlated with SE ($P<0.05$). There was no significant correlation between the vascular density of DCP in the central fovea and

* 基金项目:河北省秦皇岛市科学技术研究与发展计划项目(202301A190)。

作者简介:贾娜,女,主治医师,主要从事眼视光学研究。 [△] 通信作者, E-mail: 2704698629@qq.com。

网络首发 <http://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1167.R.20240313.1129.002.html>(2024-03-14)

inner ring of the macular region and SE ($P > 0.05$). The superficial capillary plexus blood flow density (SVD), deep capillary plexus blood flow density (DVD), and central foveal avascular zone (FAZ) area in the macular area of the retina were positively correlated with SE ($P < 0.05$). **Conclusion** For adolescent patients with myopia, with the degree of myopia increase, the lower the corneal viscoelasticity and hardness, and the lower the retinal microvascular density in the macular area. However, the change of related parameters such as FAZ area is still controversial. The hierarchical quantitative detection of retina by optical coherence tomography angiography is of great significance for clinical diagnosis and treatment.

Key words: myopia; corneal biomechanics; retina; macula flava; adolescents

近视作为一种常见的屈光不正,其主要特征是视远不清。随着人们生活方式的变化,电子产品使用增多,近视的患病率在全球范围内呈上升趋势,特别是在青少年人群中尤为突出^[1]。近视不仅会影响生活质量,还可能引发一系列眼部疾病,如视网膜脱落 and 青光眼等,从而严重影响视觉健康^[2]。近年来,随着医学科技的不断进步,人们对近视的认识也在不断深化。除了屈光度的变化,近视还可能导致眼部结构和功能的多方面改变。在这些变化中,角膜生物力学参数和视网膜微血管的变化逐渐受到研究者的关注^[3]。角膜作为眼球的前表面,其生物力学特性在近视的发展中扮演着重要的角色,而视网膜微血管变化则可能与近视引发的视网膜疾病有关。然而,尽管已有一些研究探讨了近视对角膜和视网膜的影响,但在不同近视程度青少年患者中角膜生物力学参数和视网膜微血管变化的差异尚未得到充分阐明。因此,本研究旨在深入研究不同近视程度青少年患者的角膜生物力学参数及视网膜微血管变化情况,以及其与近视程度的相关性,以期为近视的防控和治疗提供更深层次的理论支持。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2022 年 5 月至 2023 年 6 月于本院眼科就诊的 171 例(342 眼)青少年近视患者作为研究对象。纳入标准:(1)符合临床诊断标准^[4],经眼

科检查确诊为近视;(2)年龄 6~18 岁;(3)矫正视力可达正常标准;(4)眼前节及眼底检查无异常。排除标准:(1)先天性白内障、葡萄膜炎等眼病者;(2)既往有眼部外伤史、眼底激光光凝等治疗史者;(3)角膜接触镜佩戴史者;(4)眼底血管性疾病者;(5)眼压异常者。根据等效球镜度(SE)将其分为低度组 51 例(102 眼)、中度组 67 例(134 眼)、高度组 53 例(106 眼)。低度组: $-0.50\text{ D} < \text{SE} \leq -3.00\text{ D}$; 中度组: $-3.00\text{ D} < \text{SE} \leq -6.00\text{ D}$; 高度组: $-6.00\text{ D} < \text{SE} \leq -10.00\text{ D}$ 。选取同期本院健康体检者 50 例(100 眼)为对照组。纳入标准:(1)年龄 6~18 岁,SE 为 $-0.50\text{ D} \sim 0.50\text{ D}$;(2)眼科检查各项指标均正常;(3)无全身系统性疾病或其他严重疾病。4 组一般资料比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表 1。本研究经本院医学伦理委员会审核并批准(审批号:2022-03-015),患者及家属均签署知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 角膜生物力学参数检测 采用眼反应分析仪(ORA)检测角膜滞后量(CH)和角膜阻力因子(CRF)。检测时告知患者保持放松状态,注视绿灯固视目标,将测压头对准角膜后,立即释放一股柔和的脉冲气流作用于角膜,持续 3 ms 后将脉冲气流关闭,获得测量波形图和一组测定值。检测 3 次,取平均值进行统计。

表 1 4 组患者一般资料及 SE 对比 [$n(\%)$ 或 $\bar{x} \pm s$]

组别	<i>n</i>	眼数(眼)	性别		年龄(岁)	体质量指数 (kg/m ²)	眼压(mmHg)	SE(D)
			男	女				
对照组	50	100	30(60.00)	20(40.00)	13.15±3.61	21.16±3.34	14.65±2.13	0.04±0.02
低度组	51	102	28(54.90)	23(45.10)	13.09±3.63	21.25±2.25	14.68±2.15	-1.83±0.34
中度组	67	134	39(58.21)	28(41.79)	13.18±3.59	21.24±2.32	14.59±2.20	-4.55±0.69
高度组	53	106	35(66.04)	18(33.96)	13.53±3.72	21.31±2.36	14.62±2.17	-8.02±1.15
χ^2/F			0.180		0.600	2.000	0.420	9.654
<i>P</i>			0.914		0.556	0.140	0.655	<0.001

1.2.2 视网膜微血管变化 采用光学相干断层扫描血管成像技术(OCTA),使用 OCTA 扫描仪(德国

Optovue 公司海德堡公司,型号:RTVueXRSpectralis oct)进行血管造影扫描检查。选择黄斑区 HD Angio-

retin 扫描程序,以黄斑中心凹为中心进行栅栏状扫描,扫描范围 6 mm×6 mm,采用自带软件获得视网膜表层、深层微血管图。以黄斑中心凹为中心,作直径为 1、3、6 mm 的 3 个同心圆,命名为中心凹、内环、外环,测得视网膜浅层毛细血管丛(SCP)、深层毛细血管丛(DCP)各部位的微血管密度。同时,采用设备自带软件测得黄斑区视网膜浅层毛细血管丛血流密度(SVD)、深层毛细血管丛血流密度(DVD)及中心凹无血管区(FAZ)面积。

1.3 统计学处理 采用 SPSS22.0 软件进行数据处理。方差齐、正态分布的计量资料采用 $\bar{x}\pm s$ 表示,多组间比较采用方差分析,两两比较采用 SNK-*q* 法。采用 Pearson 相关分析各指标与 SE 的相关性。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 4 组角膜生物力学参数对比 4 组间 CRF 比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。4 组间 CH 比较,差异有统计学意义($P<0.05$);中度组、高度组 CH 明显较对照组低($P<0.05$);对照组与低度组、低度组与中度组、中度组与高度组间 CH 比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。见表 2。

2.2 4 组黄斑区各部位血管密度对比 4 组间黄斑区中心凹、外环 SCP 血管密度比较,差异无统计学意

义($P>0.05$);4 组间黄斑区整体、内环 SCP 血管密度比较,差异有统计学意义($P<0.05$)。两两比较时,高度组黄斑区整体、内环 SCP 血管密度均较对照组、低度组、中度组低($P<0.05$);对照组、低度组、中度组间黄斑区整体、内环 SCP 血管密度两两比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。4 组间黄斑区中心凹、内环 DCP 血管密度比较,差异无统计学意义($P>0.05$);4 组间黄斑区整体、外环 DCP 血管密度比较,差异有统计学意义($P<0.05$)。两两比较时,高度组黄斑区整体、外环 DCP 血管密度均较对照组、低度组、中度组低($P<0.05$);中度组黄斑区整体、外环 DCP 血管密度较对照组低($P<0.05$);对照组与低度组、低度组与中度组间黄斑区整体、外环 DCP 血管密度比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。见表 3。

表 2 4 组角膜生物力学参数对比($\bar{x}\pm s$,mmHg)

组别	眼数(眼)	CH	CRF
对照组	100	10.97±1.46	10.53±1.67
低度组	102	10.34±1.52	10.47±1.82
中度组	134	10.09±1.55 ^a	10.43±1.65
高度组	106	9.76±1.53 ^{ab}	10.45±1.71
<i>F</i>		2.707	0.431
<i>P</i>		0.017	0.576

注:与对照组比较,^a $P<0.05$;与低度组比较,^b $P<0.05$ 。

表 3 4 组黄斑区各部位血管密度对比($\bar{x}\pm s$,%)

组别	眼数 (眼)	SCP				DCP			
		黄斑区整体	中心凹	内环	外环	黄斑区整体	中心凹	内环	外环
对照组	100	44.47±3.46	20.21±4.89	47.51±3.96	48.65±3.74	49.97±4.06	35.51±5.79	52.21±3.75	49.21±5.53
低度组	102	44.84±3.72	19.18±5.62	48.17±4.03	48.19±3.70	48.34±4.72	35.26±6.54	53.18±3.56	47.22±6.01
中度组	134	44.25±3.66	18.67±5.75	47.69±4.12	49.03±3.76	47.64±5.46 ^a	34.58±6.95	53.41±4.29	46.83±6.58 ^a
高度组	106	42.61±4.51 ^{abc}	19.31±5.62	45.23±4.89 ^{abc}	47.92±3.43	45.29±4.68 ^{abc}	35.20±7.14	53.58±6.92	43.58±5.06 ^{abc}
<i>F</i>		5.456	0.562	6.526	0.458	6.180	0.426	0.365	2.857
<i>P</i>		0.020	0.426	0.015	0.623	0.014	0.562	0.625	0.032

注:与对照组比较,^a $P<0.05$;与低度组比较,^b $P<0.05$;与中度组比较,^c $P<0.05$ 。

2.3 4 组黄斑区血流指标对比 4 组间黄斑区 SVD、DVD 比较,差异有统计学意义($P<0.05$)。两两比较时,高度组 SVD 较对照组、低度组、中度组低($P<0.05$);对照组与低度组、对照组与中度组、低度组与中度组间 SVD 比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。两两比较时,高度组 DVD 较对照组、低度组、中度组低($P<0.05$);中度组 DVD 较对照组、低度组低($P<0.05$);对照组与低度组间 DVD 比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。4 组间 FAZ 面积比较,差异有统计学意义($P<0.05$);组间两两比较,中度组和高度组 FAZ 面积小于对照组($P<0.05$);对照组与低度组、

低度组与中度组、中度组与高度组间 FAZ 面积比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。见表 4。

2.4 角膜生物力学参数、视网膜微血管及黄斑区血流相关指标与 SE 的相关性分析 相关性分析结果显示,CH 与 SE 呈正相关($P<0.05$);CRF 与 SE 无明显相关性($P>0.05$)。黄斑区整体、内环 SCP 血管密度与 SE 呈正相关($P<0.05$);黄斑区中心凹、外环 SCP 血管密度与 SE 无明显相关性($P>0.05$);黄斑区整体、外环 DCP 血管密度与 SE 呈正相关($P<0.05$);黄斑区中心凹、内环 DCP 血管密度与 SE 无明显相关性($P>0.05$);黄斑区 SVD、DVD、FAZ 面积

与 SE 呈正相关($P<0.05$)。见表 5。

表 4 4 组黄斑区血流指标对比($\bar{x}\pm s$)				
组别	眼数 (眼)	SVD(%)	DVD(%)	FAZ(mm ²)
对照组	100	49.97±3.46	52.03±3.37	0.31±0.10
低度组	102	49.84±3.25	51.37±3.81	0.27±0.08
中度组	134	49.67±3.07	48.72±4.01 ^{ab}	0.25±0.06 ^a
高度组	106	47.31±3.32 ^{abc}	45.56±3.75 ^{abc}	0.25±0.07 ^a
F		12.707	8.431	10.267
P		0.017	0.026	0.013

注:与对照组比较,^a $P<0.05$;与低度组比较,^b $P<0.05$;与中度组比较,^c $P<0.05$ 。

表 5 角膜生物力学参数、视网膜微血管及黄斑区血流 相关指标与 SE 的相关性分析		
项目	SE	
	r	P
CH	0.235	<0.001
CRF	0.036	0.198
黄斑区整体 SCP 血管密度	0.213	<0.001
中心凹 SCP 血管密度	0.046	0.528
内环 SCP 血管密度	0.215	0.003
外环 SCP 血管密度	0.003	0.892
黄斑区整体 DCP 血管密度	0.246	<0.001
中心凹 DCP 血管密度	0.034	0.659
内环 DCP 血管密度	-0.157	0.359
外环 DCP 血管密度	0.259	<0.001
SVD	0.272	0.001
DVD	0.438	<0.001
FAZ	0.269	0.001

3 讨 论

近视发生时,入射光线在视网膜前聚焦,而不是在视网膜上,这导致图像聚焦成模糊的影像,造成视觉障碍。近年来,近视人数在全球范围内呈现出明显的增加趋势,其中青少年群体占比不断增加。相关研究表明,至 2050 年我国青少年近视患病率将超过 80%^[5]。近视不仅影响生活质量,还可能导致一系列严重的眼部疾病,对青少年的视觉健康产生严重的影响^[6]。越来越多的研究者开始关注近视患者角膜生物力学参数和视网膜微血管的变化。

角膜生物力学是指角膜组织在外力作用下的形变和响应特性^[7]。角膜的弯曲和变形能力使其能够正确聚焦光线到视网膜上,从而产生清晰的视觉。CH 和 CRF 是评估角膜生物力学特性的两个重要参数,CH 是角膜在加载和卸载过程中的应变差异,它反

映了角膜组织的弹性和形变能力;CRF 表示角膜在变形过程中所耗的能量,反映了角膜的抵抗能力^[8]。研究表明,近视患者 CH 和 CRF 往往较小^[9]。本研究对不同近视程度青少年患者角膜生物力学变化进行深入分析,结果显示,CH 与 SE 呈正相关,CRF 与 SE 无明显相关性,这与李雪等^[10]的研究结果相似。原因分析:随着近视程度的加深,眼轴长度延长,可引起角膜变薄、前后曲率等改变,这些结构改变可导致角膜弹性降低;角膜组织的层次结构和胶原纤维排列可在不同近视程度患者中发生改变,从而影响角膜的弹性和应变能力,高度近视可能导致角膜的组织结构紊乱,减弱了其应对外力的能力,导致 CH 降低。而 CRF 可受多种因素的影响,包括角膜厚度、组织结构、角膜曲率等,这些因素在不同近视程度患者之间存在差异,因此不同近视程度患者的 CRF 可能受到这些因素的影响而出现差异^[11-12]。

有研究显示,随着近视屈光度的增加,部分患者虽然并未发生眼底严重病理改变,但其视网膜可出现相对应的变化^[13]。研究显示,高度近视患者视网膜周围微血管密度及血流密度明显较低度近视患者低^[14]。因此,在矫正近视患者视力的同时,对患者眼底情况及微血管变化进行综合分析具有重要意义。OCTA 是一种先进的非侵入性眼底成像技术,通过检测血液流动而生成视网膜和脉络膜的三维血管影像,可快速检测黄斑区血管形态和密度,并可提供三维血流图像^[15]。相关研究显示,视网膜浅层及深层毛细血管密度可随着近视程度的增加而逐渐降低^[16]。本研究采用 OCTA 对不同近视程度青少年患者黄斑区进行检测,结果显示:黄斑区整体、内环 SCP 血管密度与 SE 呈正相关,其他区域 SCP 血管密度与 SE 无明显相关性;黄斑区整体、外环 DCP 血管密度与 SE 呈正相关,其他区域 DCP 血管密度与 SE 无明显相关性。这与刘玉婷等^[17]的研究结果相符。本研究结果显示,黄斑区 SVD、DVD、FAZ 面积与 SE 呈正相关,这与刘帆等^[18]的研究结果相符。分析原因:在近视达到一定程度后,眼轴出现明显拉伸,可能导致黄斑区视网膜代谢和供血需求发生变化,同时牵拉力可能会导致微血管受损和变形,从而影响微血管及血流密度;近视程度越高,视网膜伸长和改变更明显,从而影响微血管的分布和密度;且近视程度越高,视网膜局部的炎症反应和氧化应激越严重,可能导致微血管内皮细胞损伤和血管功能受损,进而影响微血管和血流密度;中心凹范围包含无血管区,不同近视程度患者的黄斑中心凹血管密度相对变化较小^[19-20]。目前关于不同近视程度患者 FAZ 面积的变化尚存在争议。UCAK 等^[21]的研究报道,FAZ 面积在近视组和正常对照组

间比较无明显差异。GOŁEBIEWSKA 等^[22]的研究显示,与视力正常儿童相比,近视儿童的 FAZ 面积增大。ZHOU 等^[23]的研究显示,FAZ 面积受视网膜厚度、眼周长度、平均视网膜神经纤维层厚度等多种因素影响。对于近视患者 FAZ 面积的变化,有待更多样本的研究进行阐明。

综上所述,对于青少年近视患者而言,随着近视程度的增加,角膜黏弹性及角膜硬度降低,黄斑区视网膜微血管密度降低,但 FAZ 面积等相关参数变化尚存争议。视网膜血流变化受眼轴长度、屈光度、血压等因素影响,在眼底疾病的早期有不同程度的表现。采用 OCTA 进行视网膜的定量检测对临床诊疗意义重大。但本研究的样本量相对较小,采用横断面进行研究设计,并且角膜生物力学参数和视网膜微血管改变受到诸多因素的影响,在观察结果时,可能存在一些潜在的共变量对结果造成影响。在未来的研究中,可以采用更大样本量、纵向设计、纳入更多的影响因素和更全面的数据分析来进一步验证这些结果。

参考文献

- [1] GRZYBOWSKI A, KANCLERZ P, TSUBOTA K, et al. A review on the epidemiology of myopia in school children worldwide[J]. BMC Ophthalmol, 2020, 20(1): 27-27.
- [2] 庞亚铮,王凯,黄田,等.眼保健操干预儿童青少年近视的有效性 & 安全性的研究进展[J]. 中国中医眼科杂志, 2022, 32(10): 831-833.
- [3] YAPRAK A C, YAPRAK L. Retinal microvasculature and optic disc alterations in non-pathological high myopia with optical coherence tomography angiography [J]. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol, 2021, 259(11): 3221-3227.
- [4] 张虹,陈安民,徐永健.眼科疾病诊疗指南(第 3 版)[M]. 3 版. 北京:科学出版社,2013.
- [5] 中华中医药学会眼科分会. 中医药防控儿童青少年近视指南(社区医生与校医版)[J]. 中国中医眼科杂志, 2021, 31(7): 461-465.
- [6] ZHU Z T, CHEN Y X, TAN Z, et al. Interventions recommended for myopia prevention and control among children and adolescents in China: a systematic review[J]. Br J Ophthalmol, 2023, 107(2): 160-166.
- [7] BAO F J, LOPES B T, ZHENG X B, et al. Corneal biomechanics losses caused by refractive surgery[J]. Curr Eye Res, 2023, 48(2): 137-143.
- [8] EL MASSRY A A K, SAID A A, OSMAN I M, et al. Corneal biomechanics in different age groups [J]. Int Ophthalmol, 2020, 40(4): 967-974.
- [9] 苏娱,李义宝,康子明,等.不同近视程度患儿戴角膜塑形

镜前后角膜滞后量和角膜阻力因子的动态变化[J]. 国际眼科杂志, 2021, 21(10): 1778-1781.

- [10] 李雪,牛勇毅,罗超,等. Corvis ST 评估不同程度近视成年患者的眼角膜生物力学参数及其与年龄、近视程度的相关性[J]. 眼科新进展, 2023, 43(4): 318-322.
- [11] 龙文,李周越,胡音,等. 角膜生物力学及校正眼压与青少年屈光状态的相关性[J]. 中华眼视光学与视觉科学杂志, 2020, 22(9): 652-658.
- [12] KENIA V P, KENIA R V, PIRDANKAR O H. Association between corneal biomechanical parameters and myopic refractive errors in young Indian individuals[J]. Taiwan (China) J Ophthalmol, 2020, 10(1): 45-53.
- [13] 石婕,宋志杰,李宁,等. 高度近视及不同屈光度近视患者视网膜黄斑区微循环及视功能的相关性[J]. 中华眼视光学与视觉科学杂志, 2020, 22(6): 407-414.
- [14] 肖凤琪,高健,鲍伟利,等. 运用光学相干断层扫描血管成像技术分析不同程度近视眼底微循环变化[J]. 安徽医科大学学报, 2020, 55(10): 1592-1596.
- [15] 王雪晴,夏丽坤. OCTA 测量近视人群视网膜血管密度及中心凹无血管区的研究进展[J]. 中华眼视光学与视觉科学杂志, 2021, 23(2): 150-155.
- [16] 邵蕾,董力,张川,等. 高度近视脉络膜新生血管光相干断层扫描血管成像特征及黄斑区脉络膜毛细血管密度分析[J]. 中华眼底病杂志, 2021, 37(12): 920-925.
- [17] 刘玉婷,雷颖庆,田敏,等. 不同屈光度近视青少年儿童黄斑区血管密度和视网膜厚度的比较[J]. 国际眼科杂志, 2021, 21(5): 789-795.
- [18] 刘帆,李宁,唐丽成,等. 不同程度近视脉络膜、视网膜黄斑区微循环和视敏度观察及其相关性研究[J]. 中华眼底病杂志, 2020, 36(12): 929-935.
- [19] 张逸非,都婉红,赵梅生,等. OCTA 检测高度近视患者视网膜脉络膜厚度及血流变化的研究进展[J]. 国际眼科杂志, 2023, 23(4): 597-601.
- [20] 吉艳艳,李忠庆,王甲,等. 青少年不同程度高度近视患者视网膜微血管变化情况分析[J]. 眼科新进展, 2022, 42(5): 390-393.
- [21] UCAK T, ICEL E, YILMAZ H, et al. Alterations in optical coherence tomography angiography findings in patients with high myopia[J]. Eye (Lond), 2020, 34(6): 1129-1135.
- [22] GOŁEBIEWSKA J, BIAŁA-GOSEK K, CZESZYK A, et al. Optical coherence tomography angiography of superficial retinal vessel density and foveal avascular zone in myopic children[J]. PLoS One, 2019, 14(7): e0219785.
- [23] ZHOU Y, ZHOU M, GAO M, et al. Factors affecting the foveal avascular zone area in healthy eyes among young chinese adults[J]. Biomed Res Int, 2020, 2020: 7361492.