

双通道视觉质量分析系统评价黄斑水肿患者视觉质量

潘玉苗, 杨燕宁, 郑红梅, 万珊珊, 吴晓玉, 王 杨, 肖 羽

引用: 潘玉苗, 杨燕宁, 郑红梅, 等. 双通道视觉质量分析系统评价黄斑水肿患者视觉质量. 国际眼科杂志 2021; 21(2): 339-343

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (No. 81770899)

作者单位: (430060) 中国湖北省武汉市, 武汉大学人民医院眼科中心

作者简介: 潘玉苗, 武汉大学在读硕士研究生, 研究方向: 眼表及角膜疾病。

通讯作者: 杨燕宁, 博士, 教授, 主任医师, 硕士研究生导师, 研究方向: 眼表及角膜疾病. ophyyn@163.com

收稿日期: 2020-05-21 修回日期: 2021-01-08

摘要

目的: 利用双通道视觉质量分析系统对黄斑水肿 (ME) 患者的光学质量和眼内散射进行评估, 探讨视网膜病变对光学质量的影响。

方法: 前瞻性病例对照研究。选取 2019-08/2020-01 在我院眼科检查确诊的 ME 患者 49 例 58 眼为 ME 组, 对照组选择性别年龄范围匹配的眼健康志愿者 30 例 30 眼纳入研究。记录两组患者的临床资料, 在相同的测试条件下, 由同一测试者采用 OQAS™ II 受试者对进行视觉质量的检查, 包括调制传递函数截止空间频率 (MTF cutoff)、斯特列尔比值 (SR)、对比度为 100%、20%、9% 时的 OV 值 (OV100%、OV20%、OV9%) 以及客观散射指数 (OSI) 等。分析比较两组之间的差异性以及 ME 患者黄斑中心凹厚度及容积与视觉质量的相关性。

结果: ME 组患者平均最佳矫正视力显著低于对照组, 黄斑中心凹厚度及容积显著高于对照组 ($P < 0.001$)。与对照组相比, ME 组患者 OSI 显著增高, MTF cutoff、SR、OV100%、OV20%、OV9% 显著降低 ($P < 0.001$)。ME 组患者黄斑中心凹厚度与 OSI 呈正相关 ($r = 0.566, P < 0.001$); 与 MTF cutoff ($r = -0.336, P = 0.010$)、OV100% ($r = -0.326, P = 0.013$)、OV20% ($r = -0.349, P = 0.007$) 和 OV9% ($r = -0.321, P = 0.014$) 呈负相关, 与 SR 无相关性。ME 组患者黄斑中心凹容积与 OSI 呈正相关 ($r = 0.574, P < 0.001$); 与 MTF cutoff ($r = -0.367, P = 0.005$)、SR ($r = -0.265, P = 0.045$)、OV100% ($r = -0.351, P = 0.007$)、OV20% ($r = -0.385, P = 0.003$) 和 OV9% ($r = -0.375, P = 0.004$) 呈负相关。

结论: ME 患者的视觉质量低于正常人群, 黄斑部视网膜形态和厚度的变化可影响光学质量和眼内散射。OQAS™ II 所测得的光学质量参数可能为黄斑功能的评估提供新的临床参考数据。

关键词: 双通道视觉分析系统; 黄斑水肿; 视觉质量

DOI: 10.3980/j.issn.1672-5123.2021.2.30

Optical quality assessment in patients with macular edema using optical quality analysis system

Yu-Miao Pan, Yan-Ning Yang, Hong-Mei Zheng, Shan-Shan Wan, Xiao-Yu Wu, Yang Wang, Yu Xiao

Foundation item: National Natural Science Foundation of China (No. 81770899)

Eye Center, Renmin Hospital of Wuhan University, Wuhan 430060, Hubei Province, China

Correspondence to: Yan-Ning Yang. Eye Center, Renmin Hospital of Wuhan University, Wuhan 430060, Hubei Province, China. ophyyn@163.com

Received: 2020-05-21 Accepted: 2021-01-08

Abstract

• **AIM:** To evaluate optical quality, intraocular scatter, and determine the impact of retinopathy on optical quality in macular edema (ME) patient by using the Optical Quality Analysis System (OQAS™ II).

• **METHODS:** This was a prospective case-control study. Fifty-eight eyes of 49 macular edema patients who were confirmed by ophthalmic examination in our hospital from August 2019 to January 2020 were selected as the ME group, and 30 eyes of 30 healthy volunteers who were matched with gender and age range for the study were selected for the normal control group. The clinical data of the two groups of patients were recorded. Under the same test conditions, the same operator used OQAS™ II to check the visual quality of the study object, including the cutoff of the modulation transfer function (MTF cutoff), strehl ratio (SR), OQAS™ II values (100%, 20%, 9%) and contrast levels (OV100%, OV20%, OV9%). The difference of data between the two groups were analyzed, and the correlation between the visual quality and the thickness and volume of the macular fovea in the ME group were analyzed.

• **RESULTS:** The average best corrected visual acuity in the macular edema group was significantly lower than the control group, and the thickness and volume of macular fovea were significantly higher than the control group ($P < 0.001$). Compared with the control group, the OSI of the macular edema group was significantly higher, and MTF cutoff, SR value, OV (100%, 20%, 9%) significantly decreased ($P < 0.001$). In the macular disease group, the thickness of macular fovea was positively correlated with OSI ($r = 0.566, P < 0.001$), while MTF cutoff ($r = -0.336, P = 0.010$), OV100% ($r = -0.326, P = 0.013$), OV20% ($r = -0.349, P = 0.007$) and OV9% ($r = -0.321, P = 0.014$) were negative correlation, but it had no correlation with SR. In

the macular edema group, the volume of macular fovea was positively correlated with OSI ($r = 0.574, P < 0.001$). It was negatively correlated with MTF cutoff ($r = -0.367, P = 0.005$), SR ($r = -0.265, P = 0.045$), OV100% ($r = -0.351, P = 0.007$), OV20% ($r = -0.385, P = 0.003$) and OV9% ($r = -0.375, P = 0.004$).

• **CONCLUSION:** The optical quality of patients with macular edema is lower than the normal population, and the changes in macular retina morphology and thickness could affect the optical quality and intraocular scattering. The optical quality parameters measured by OQAS™ II may provide new clinical reference for macular function evaluation.

• **KEYWORDS:** Optical Quality Analysis System; macular edema; optical quality

Citation: Pan YM, Yang YN, Zheng HM, et al. Optical quality assessment in patients with macular edema using optical quality analysis system. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2021; 21 (2): 339-343

0 引言

黄斑水肿 (macular edema, ME) 是由于黄斑区视网膜内或视网膜下积液形成, 它参与许多视网膜疾病的病理生理过程, 可导致中心视力严重受损^[1]。ME 可导致视网膜水肿和视网膜感光细胞破坏进而损害视觉质量。临床上光相干断层扫描 (optical coherence tomography, OCT)、荧光素血管造影检查可用于检测 ME 患者视网膜形态结构的变化及眼底血管渗漏情况, 但二者均不能定性评估黄斑功能^[2]。而且常用的视力和对比敏感度等检查手段评估视觉质量具有一定主观性, 常不能反映患者的实际视觉质量。而视觉质量受像差和散射等因素影响, 不同种类的像差仪采用单通道评估系统忽略了散射和衍射从而高估患者视觉质量^[3]。双通道视觉质量分析系统 (optical quality analysis system, OQAS™ II) 通过双通道的方式直接采集视网膜点扩散功能检测视网膜成像质量, 是目前唯一能对视觉质量进行客观、量化、综合分析的光学仪器, 近年来广泛应用于白内障、角膜屈光手术和泪膜功能检测^[4-5]。然而对于在视网膜中存在异常病变而无其他光学问题的情况下视觉质量如何变化目前研究较少。为此, 我们客观检测 ME 患者的光学质量和眼内散射并进行分析, 探讨视网膜病变对光学质量的影响, 以期获得有助于评估黄斑功能的新的临床参考数据。

1 对象和方法

1.1 对象 前瞻性病例对照研究。选取 2019-08/2020-01 在我院眼科检查确诊的 ME 患者 49 例 58 眼, 其中男 28 例 32 眼, 女 21 例 26 眼。纳入标准: (1) 主诉视力下降或视物变形; (2) 裂隙灯显微镜加前置镜检查提示黄斑区视网膜增厚或看见蜂窝状外观; (3) OCT 检查提示黄斑区视网膜水肿增厚, 且黄斑中心凹厚度 $> 300\mu\text{m}$ 的诊断年龄相关性黄斑病变、糖尿病视网膜病变、视网膜静脉阻塞的患者。排除标准: (1) 眼前节异常及严重干眼者; (2) 具有临床意义的白内障者; (3) 严重玻璃体混浊者; (4) 青光眼、眼外伤、眼底疾病及眼部手术史者; (5) 不排除单焦点人工晶状体眼的患者但排除后发性白内障者。对照组选择性别年龄相匹配的眼健康志愿者 30 例 30 眼, 其中男 13

例 13 眼, 女 17 例 17 眼。本研究经武汉大学人民医院伦理委员会批准, 所有患者均被告知研究详情并签署知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 常规检查 对所有纳入的研究对象采用国际标准视力表进行最佳矫正视力 (best corrected visual acuity, BCVA) 检查, 结果记录转化为最小分辨角对数视力 (LogMAR) 进行统计学分析。裂隙灯显微镜 (加前置镜) 观察眼前节、眼底视网膜情况。OCT 检查由同一检查者完成, 检查时嘱被检者注视仪器中的固视光标, 选择视网膜模块, MM6 扫描模式测量黄斑中心凹 1mm 环形区域视网膜厚度及容积。

1.2.2 OQAS™ II 系统检查 所有受试者的检查由同一位操作者进行, 检查前先进行客观验光。屈光不正较低者球镜度数由仪器自行代偿, 较高者采用插片法进行代偿。调整眼位至屏幕清晰可见测试眼图像, 选定瞳孔直径为 4mm, 嘱受试者眨眼以保持泪膜的完整, 同时保证瞳孔位于屏幕视标中心, 自动调焦、聚焦后对视网膜成像。利用设备自带的分析软件, 进行点扩散函数分析。检测指标包括: 客观散射指数 (objective scattering index, OSI)、调制传递函数截止空间频率 (modulation transfer function cut off frequency, MTF cutoff)、斯特列尔比值 (Strehl ratio, SR) 以及对比度为 100%、20% 和 9% 时的 OQAS™ II 值 (OQAS™ II value, OV), 即 OV100%、OV20% 和 OV9%。

统计学分析: 采用 SPSS 24.0 统计学软件处理数据, 经 K-S 检验数据服从正态分布, 计量数据以均数 \pm 标准差表示, 两组间比较采用独立样本 t 检验; 计数资料用频数 (率) 表示, 组间比较采用 χ^2 检验, ME 组患者黄斑中心凹视网膜厚度和容积与客观视觉质量参数的相关性采用 Pearson 相关分析, 以 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 两组受试者一般资料及光学质量比较 ME 组与对照组间性别、年龄和人工晶状体眼数比较, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。ME 组的 BCVA (LogMAR) 低于对照组, 差异有统计学意义 ($P < 0.001$)。ME 组黄斑中心凹平均厚度和容积显著高于对照组, 差异有统计学意义 ($P < 0.001$)。在光学质量上, ME 组的 OSI 显著高于对照组, 差异有统计学意义 ($P < 0.001$)。ME 组的 MTF cutoff、SR、OV100%、OV20%、OV9% 均低于对照组, 差异有统计意义 ($P < 0.001$), 见表 1。

2.2 ME 组患者黄斑中心凹视网膜厚度与客观视觉质量参数的相关性分析 ME 组患者黄斑中心凹厚度与 SR 无相关性 ($r = -0.251, P = 0.057$)。黄斑中心凹厚度与 OSI 呈正相关 ($r = 0.566, P < 0.001$); 与 MTF cutoff ($r = -0.336, P = 0.010$)、OV100% ($r = -0.326, P = 0.013$)、OV20% ($r = -0.349, P = 0.007$) 和 OV9% ($r = -0.321, P = 0.014$) 呈负相关, 见图 1。

2.3 ME 组患者黄斑中心凹容积与客观视觉质量参数的相关性分析 ME 组患者黄斑中心凹容积与 OSI 呈正相关 ($r = 0.574, P < 0.001$); 与 MTF cutoff ($r = -0.367, P = 0.005$)、SR ($r = -0.265, P = 0.045$)、OV100% ($r = -0.351, P = 0.007$)、OV20% ($r = -0.385, P = 0.003$)、OV9% ($r = -0.375, P = 0.004$) 呈负相关, 见图 2。

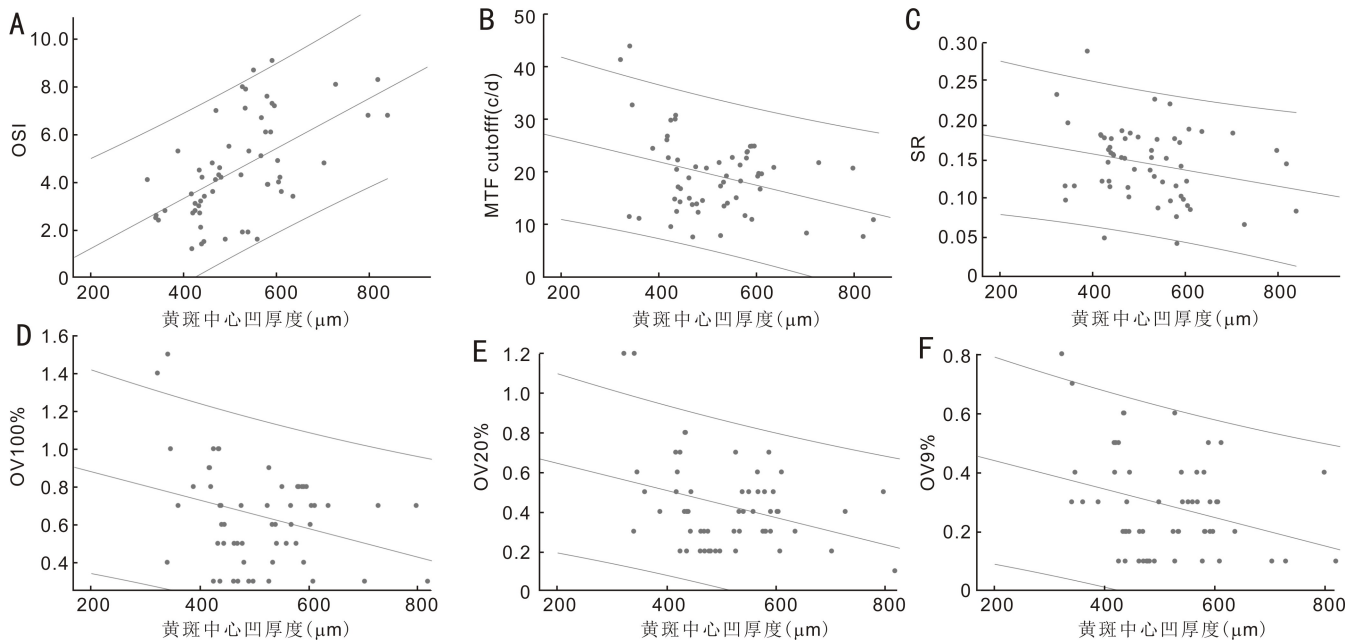


图 1 ME 组患者黄斑中心凹视网膜厚度与客观视觉质量参数的相关性的散点图 A: 黄斑中心凹厚度与 OSI 呈正相关; B: 黄斑中心凹厚度与 MTF cutoff 呈负相关; C: 黄斑中心凹厚度与 SR 无相关性 D: 黄斑中心凹厚度与 OV100% 呈负相关; E: 黄斑中心凹厚度与 OV20% 呈负相关; F: 黄斑中心凹厚度与 OV9% 呈负相关。

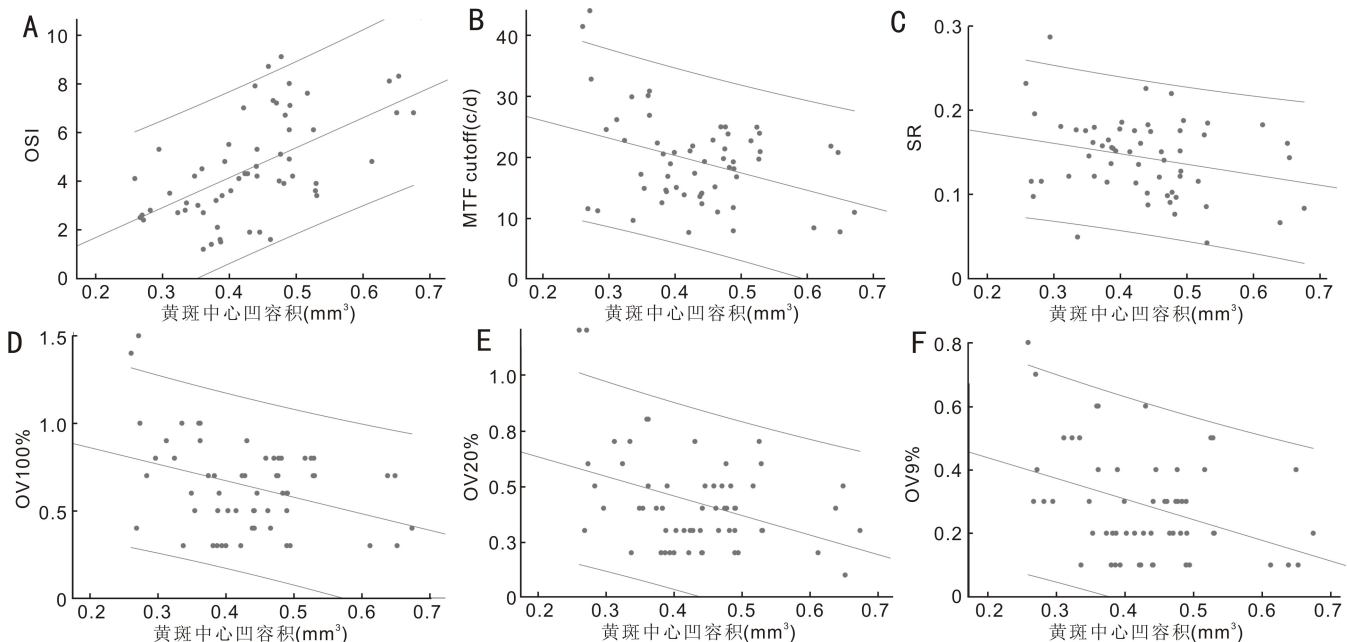


图 2 ME 组患者黄斑中心凹容积与客观视觉质量参数的相关性的散点图 A: 黄斑中心凹容积与 OSI 呈正相关; B: 黄斑中心凹容积与 MTF cutoff 呈负相关; C: 黄斑中心凹容积与 SR 呈负相关 D: 黄斑中心凹容积与 OV100% 呈负相关; E: 黄斑中心凹容积与 OV20% 呈负相关; F: 黄斑中心凹容积与 OV9% 呈负相关。

表 1 ME 组与对照组基线特征比较

分组	眼数	年龄 ($\bar{x} \pm s$, 岁)	性别 [男(眼, %)]	BCVA ($\bar{x} \pm s$, LogMAR)	人工晶状体 眼数(眼, %)	黄斑中心凹厚度 ($\bar{x} \pm s$, μm)	黄斑中心凹容积 ($\bar{x} \pm s$, mm^3)
ME 组	58	58.40 \pm 12.06	32(55)	0.60 \pm 0.44	13(22)	516.93 \pm 113.71	0.43 \pm 0.10
对照组	30	56.10 \pm 9.39	13(43)	0.05 \pm 0.10	8(27)	246.53 \pm 15.09	0.19 \pm 0.01
t/χ^2		0.984	1.109	8.924	0.197	17.809	18.588
P		0.328	0.292	<0.001	0.657	<0.001	<0.001
分组	眼数	OSI ($\bar{x} \pm s$)	MTF cutoff ($\bar{x} \pm s$, c/d)	SR ($\bar{x} \pm s$)	OV100% ($\bar{x} \pm s$)	OV20% ($\bar{x} \pm s$)	OV9% ($\bar{x} \pm s$)
ME 组	58	4.54 \pm 2.11	19.30 \pm 7.55	0.14 \pm 0.05	0.64 \pm 0.26	0.43 \pm 0.22	0.29 \pm 0.17
对照组	30	1.32 \pm 0.50	32.32 \pm 7.12	0.19 \pm 0.04	1.08 \pm 0.24	0.66 \pm 0.20	0.47 \pm 0.18
t		11.019	-7.817	-4.636	-7.704	-4.933	-4.816
P		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

注: 对照组: 眼健康志愿者。

3 讨论

黄斑区是视力的功能中心,由于其独特的解剖结构更容易发生水肿。ME 可导致患者中心视力下降,视物变形、长期的 ME 会导致视网膜结构永久性损伤,引起不可逆的视功能损害^[1,6]。临床工作中对于 ME 的检查主要通过 OCT 对视网膜形态结构的观察进而评估病情。对于视网膜功能的评估包括视力、阅读速度、对比敏感度检查等,但这些检查具有一定的主观性^[6]。为了更客观、更准确反映视网膜成像质量,近年来基于双通道技术开发了新的视觉质量评估工具。作为目前仅有的能综合考虑像差、散射等因素客观测量光学质量的仪器,OQASTM II 所测量的结果具有良好的重复性和再现性^[7-8]。其中 OSI 代表眼内散射光,是双通道影像外周与中心的光能量之比,值越高,眼内散光程度也越高。MTF cutoff 反映光学因素对成像质量的影响,其值越大,视觉质量越好,正常人该值约 $\geq 30c/d$ 。SR 是测得的眼睛与理想眼睛之间的点图像中心强度的比率。正常人眼其比值为 0.3,SR 值越高光学系统越接近无像差光学系统。OV100%、OV20% 和 OV9% 代表系统在常用的三种对比度下分别计算出的 OQASTM II 值,反映高、中、低频对比度下的视觉质量。

本研究发现与对照组相比 ME 组患者的 OSI 显著增加,MTF cutoff、SR、OV100%、OV20% 和 OV9% 均有所下降。这提示 ME 患者眼内散射增加,视觉质量降低,且视觉质量的降低存在于高、中、低频三个对比度范围。我们分析其原因:(1)眼内散射光是由于屈光介质的不均匀和光学折射率不同,从而引起光线向各个方向传播的现象,任何引起屈光介质混浊的因素和病理改变都可能引起散射光的增加^[9]。散射光降低了物像在视网膜的对比度,而造成视觉质量的下降^[7]。ME 引起视网膜内或视网膜下液体聚积导致视网膜表面不规则,正常视网膜透明性降低。其次氢离子失调以及视网膜间质中蛋白质聚积导致视网膜层折射率发生改变、光衍射增加。由于细胞内肿胀或细胞外液过多,导致黄斑区正常视网膜 Müller 细胞结构的破坏改变了光线的透射^[1]。这些均可能影响眼内光反射并降低光感受器细胞向双极细胞间视觉信号的传导,表现为点扩散函数图中光能量的分布分散,导致 ME 组 OSI 值比对照组高、视网膜成像效果更差。这与我们观察到的视网膜厚度和容积与光学质量参数之间的相关性一致。此外,我们的研究结果也与既往研究结果一致,随着黄斑部视网膜厚度和容积的增加,光学质量进一步降低^[10-11]。但我们的研究对照组由性别年龄相匹配的眼健康的志愿者构成,排除了干眼患者泪膜的不稳定对视觉质量的影响和年龄、性别相关疾病对视觉质量的影响。(2)视网膜在光感受器内段/外段(IS/OS)交界处的变化会影响光学质量和眼内光散射^[12]。在糖尿病性 ME 患眼中,视网膜敏感性降低与 IS/OS 连接破坏有关^[13]。Ozkaya 等^[14]研究发现,与对照组和无 ME 的糖尿病视网膜病变患者相比,糖尿病视网膜病变合并 ME 的患者光感受器外层厚度和总感光体长度均降低,且视敏度与光感受器外层厚度和总感光体长度呈正相关。Altunel 等^[15]观察了视网膜静脉阻塞继发 ME 患者玻璃体腔注射地塞米松缓释剂后光感受器

层厚度的变化情况,发现感光层的厚度与视觉功能有关。其可能机制是视网膜下腔的血液及脂蛋白渗出导致光感受器的损伤和 ME 导致视网膜色素上皮层的损伤造成光感受器数目减少^[16-17]。此外,年龄相关性黄斑病变患者也会发生光感受器细胞丢失^[18]。因此,我们认为光感受器细胞功能受损和破坏可能也是导致 ME 组视觉质量参数恶化的原因。

总之,我们尝试利用 OQASTM II 对 ME 患者客观视觉质量参数进行量化,并认为黄斑部视网膜厚度和光感受器异常会影响光学质量和眼内散射,这很可能是 ME 患者视觉功能障碍的原因之一。OQASTM II 可有效检测 ME 视觉质量,其中 OSI 可能是最有用的光学参数,但 OQASTM II 不能诊断特定的黄斑疾病,其所测得的光学质量参数可能为黄斑功能的评估提供新的临床参考数据。本研究还有一些局限性,首先我们排除了会影响光学质量的常见疾病,例如白内障、玻璃体混浊和角膜疾病等,考虑到单焦点人工晶体不会影响光学质量我们未排除单焦点人工晶体的患者^[19]。其次,我们的研究样本量较小,为了证实我们的初步发现,可能还需要进行更多的长期研究。

参考文献

- 1 Daruich A, Matet A, Moulin A, et al. Mechanisms of macular edema: Beyond the surface. *Prog Retin Eye Res* 2018;63:20-68
- 2 Kanagasigam Y, Bhuiyan A, Abramoff MD, et al. Progress on retinal image analysis for age related macular degeneration. *Prog Retin Eye Res* 2014;38:20-42
- 3 Díaz-Doutón F, Benito A, Pujol J, et al. Comparison of the retinal image quality with a Hartmann-Shack wavefront sensor and a double-pass instrument. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2006; 47(4): 1710-1716
- 4 肖羽, 杨燕宁, 黄林英, 等. 双通道视觉质量分析系统定性预测白内障手术效果的准确性. *国际眼科杂志* 2019;19(5): 834-836
- 5 Gouvea L, Waring GOT, Brundrett A, et al. Objective assessment of optical quality in dry eye disease using a double-pass imaging system. *Clin Ophthalmol* 2019;13:1991-1996
- 6 Tomkins-Netzer O, Ismetova F, Bar A, et al. Functional outcome of macular edema in different retinal disorders. *Prog Retin Eye Res* 2015; 48:119-136
- 7 Van Den Berg TJ, Franssen L, Kruijt B, et al. History of ocular straylight measurement: A review. *Z Med Phys* 2013;23(1): 6-20
- 8 Xu CC, Xue T, Wang QM, et al. Repeatability and reproducibility of a double-pass optical quality analysis device. *PLoS One* 2015; 10(2): e0117587
- 9 罗秋月, 王华, 罗栋强. 散射对人眼视觉质量影响的研究现状. *国际眼科杂志* 2017;17(2): 270-273
- 10 Liu L, Wang Y, Liu J, et al. Retinal-image quality and contrast sensitivity function in eyes with epiretinal membrane: a cross-sectional observational clinical study. *BMC Ophthalmol* 2018;18(1): 290
- 11 Cho JH, Bae SH, Kim HK, et al. Optical Quality Assessment in Patients with Macular Diseases Using Optical Quality Analysis System. *J Clin Med* 2019;8(6):892
- 12 Lee K, Sohn J, Choi JG, et al. Optical quality in central serous chorioretinopathy. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2014;55(12): 8598-8603
- 13 Yohannan J, Bittencourt M, Sepah YJ, et al. Association of retinal sensitivity to integrity of photoreceptor inner/outer segment junction in patients with diabetic macular edema. *Ophthalmology* 2013; 120(6): 1254-1261
- 14 Ozkaya A, Alkin Z, Karakucuk Y, et al. Thickness of the retinal

photoreceptor outer segment layer in healthy volunteers and in patients with diabetes mellitus without retinopathy, diabetic retinopathy, or diabetic macular edema. *Saudi J Ophthalmol* 2017;31(2): 69-75

15 Altunel O, Duru N, Goktas A, et al. Evaluation of foveal photoreceptor layer in eyes with macular edema associated with branch retinal vein occlusion after ozurdex treatment. *Int Ophthalmol* 2017; 37(2): 333-339

16 Iijima H. Mechanisms of vision loss in eyes with macular edema associated with retinal vein occlusion. *Jpn J Ophthalmol* 2018;62(3): 265-273

17 Klein R, Klein BE, Moss SE. The Wisconsin Epidemiologic Study of Diabetic Retinopathy. XVI. The relationship of C-peptide to the incidence and progression of diabetic retinopathy. *Diabetes* 1995; 44(7): 796-801

18 Curcio CA, Medeiros NE, Millican CL. Photoreceptor loss in age-related macular degeneration. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1996; 37(7): 1236-1249

19 Park CW, Kim H, Joo CK. Assessment of Optical Quality at Different Contrast Levels in Pseudophakic Eyes. *J Ophthalmol* 2016; 2016:4247973

国际眼科杂志中文版 (IES) 近 5 年影响因子趋势图

