

高度近视眼球后壁形态分类及其与近视相关并发症关系研究进展

张宇¹ 综述 严宏^{1,2} 审校

¹重庆医科大学附属第一医院眼科 眼科学重庆市重点实验室 重庆市眼科研究所 400016;

²西安市人民医院(西安市第四医院) 陕西省眼科医院 西安交通大学医学院附属广仁医院 710004

通信作者:严宏,Email:yan2128ts@hotmail.com

【摘要】 眼球后壁形态分类对高度近视眼底病变的诊断和治疗起关键作用。目前眼球后壁的主要检查手段有检眼镜、B 型超声、磁共振成像(MRI)和光相干断层扫描成像(OCT)。检眼镜对眼球后壁形态分类评估的参考客观性较差且较困难,B 型超声检查的显示范围局限且不准确,3D-MRI 可全方位且清晰地显示眼球后壁形态,OCT 可观察巩膜曲率变化,可用于近视性眼底病变的研究,但扫描范围有限。广角 OCT(WF-OCT)联合高分辨率 3D-MRI 用于眼球形态分类具有较高的价值。本文对检眼镜、B 型超声、MRI 以及 OCT 用于高度近视患者眼球后壁形态的分类方法进行分析,并评估不同类型的眼球后壁形态对视力和近视性黄斑病变的影响,为临床客观评价高度近视眼底病变和预后的评估提供依据。

【关键词】 高度近视;后巩膜葡萄肿;眼球形态;分类

DOI:10.3760/cma.j.cn115989-20200512-00336

Research progress in classification of posterior wall morphology of eyeball and its relationship with myopia related complications in high myopic eyes

Zhang Yu¹, Yan Hong^{1,2}

¹Department of Ophthalmology, the First Affiliated Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing Key Laboratory of Ophthalmology, Chongqing Eye Institute, Chongqing 400016, China; ²Xi'an People's Hospital (Xi'an Fourth Hospital), Shaanxi Eye Hospital, Affiliated Guangren Hospital School of Medicine, Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710004, China

Corresponding author: Yan Hong, Email: yan2128ts@hotmail.com

【Abstract】 The classification of the fundus shape is crucial to the diagnosis and treatment of high myopic fundus lesions. There are four main clinical examination methods for the detection of posterior wall morphology, including ophthalmoscope, B mode ultrasonography, magnetic resonance imaging (MRI) and optical coherence tomography (OCT). Ophthalmoscopy is subjective and difficult in classification. B mode ultrasonography is limited by the scan range and the accuracy is not good enough. The 3D MRI has been found to be a well-suited way for the identification of eye shape over a wide area and any angle. OCT also is used to observe myopic fundus lesions because of a good resolving power for fundus structure. It is valuable to combine high resolution 3D-MRI and OCT. Recent advanced studies on classification posterior wall morphology of eyeball and the influences of these different classifications to the visual acuity and myopic maculopathy were reviewed.

【Key words】 High myopia; Posterior staphyloma; Ocular morphology; Classifications

DOI:10.3760/cma.j.cn115989-20200512-00336

近 50 年来,东亚及东南亚地区近视人数大幅度增长,近视已成为全球性的公共健康问题^[1]。人群调查和眼盲登记数据均提示病理性近视是严重的致盲原因之一^[2]。近视程度的持续加深可引起一系列相互关联的退化性病变,最终导致视力严重下降,甚至致盲。高度近视患者眼球后壁形态随着近视程度

的加深而发生改变,当眼球变形到一定程度时称之为后巩膜葡萄肿。后巩膜葡萄肿是病理性近视的特征性基础病变^[3]。研究表明,高度近视眼球形态的改变,尤其是发展至后巩膜葡萄肿时,眼球后极部受到牵拉,可能会导致各种近视性病变,如脉络膜视网膜萎缩、脉络膜新生血管、近视性牵拉性黄斑病变

(myopic traction maculopathy, MTM)、近视性黄斑劈裂(myopic macular retinoschisis, MRS)、黄斑裂孔等,且伴有后巩膜葡萄肿的高度近视更易发生视力损害^[4-5]。并且,MTM 主要与眼球内层及外层的机械性牵拉有关,虽然机制不明,但通常情况下,眼球形态是高度近视眼底病变进行性加重的危险因素^[6],而 MRS 的位置与后巩膜葡萄肿相互联系^[7]。

目前,高度近视眼球形态的影像学检查手段主要包括检眼镜、B 型超声、光相干断层扫描成像(optical coherence tomography, OCT)。近年来,随着核磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)在眼科临床中应用的不断增加,关于高度近视眼球的三维形态学特征的研究也日益增多。现就临床上常用的 4 种高度近视眼球形态的活体无创影像学检查手段以及高度近视眼球形态与视力及近视性黄斑病变的关系进行综述。

1 高度近视眼球形态的影像学检查及分类

1.1 检眼镜检查及分类

1977 年, Curtin^[8]用双目立体检眼镜将后巩膜葡萄肿按位置分为 10 种类型:后极型(I 型)、黄斑型(II 型)、视盘型(III 型)、视盘鼻侧型(IV 型)、视盘下方型(V 型)以及 5 种复合型(VI~X 型)(图 1)。其中, I 型后巩膜葡萄肿最常见。研究发现,后巩膜葡萄肿的深度、范围及致盲率均随年龄增加而增加,如后巩膜葡萄肿出现在黄斑区域,则预后较差,但并未明确指出后巩膜葡萄肿类型与视力的关系,同时提出 IX 型后巩膜葡萄肿的严重近视性视网膜变性发生率比 II 型更高;该研究对 9 例患者进行了 20 年的随访研究,发现随着年龄增长,不仅后巩膜葡萄肿的深度增加,其形态学特征也发生改变,进而可能诱发近视性视网膜变性^[3]。目前, Curtin 的分类方法仍是临床中主要的后巩膜葡萄肿形态的分类方法。但它是基于检查者主观的观察,客观性较差,且近几年发现在 Curtin 所提到的后巩膜葡萄肿区域内,存在更复杂的不规则巩膜曲率,如圆顶状黄斑、视盘旁脉络膜空腔和黄斑脉络膜空腔。

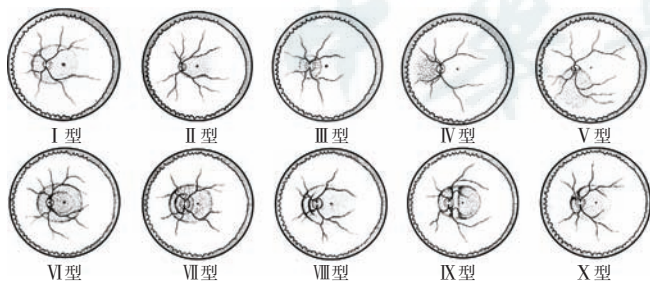


图 1 Curtin 分类法^[8] 利用双目立体检眼镜根据后巩膜葡萄肿位置进行分类,共分为 10 种类型

Figure 1 Curtin classification^[8] According to the location of posterior scleral staphyloma, there are 10 types of scleral staphyloma

1.2 B 型超声检查及分类

B 型超声因不受屈光介质混浊程度影响,可清楚显示眼球内部结构而被广泛应用于临床。当后巩膜葡萄肿较小时, B 型超声可清楚显示其横截面。但 B 型超声也有其局限性,由于后

巩膜葡萄肿的形态和范围变异度大,测量结果可能存在误差,难以确定后巩膜葡萄肿的大小、形态、范围及其与视神经和肌肉的关系。有研究将后巩膜葡萄肿按照形态分为锥形、方形、楔形和弧形,按照位置分为视盘型、后极部型及赤道部型,对其形态、位置与眼轴长度、视网膜劈裂的关系有一定参考价值^[9-10]。

1.3 高分辨率 3D-MRI 检查及分类

随着 MRI 高分辨率成像和三维重建技术的发展,高分辨率 3D-MRI 可为高度近视患者眼球,尤其是伴有后巩膜葡萄肿的眼球形态提供更多细节。MRI 的扫描范围大,可从任一角度获取后巩膜葡萄肿的影像,且获取的眼球三维结构在各个方向上均有较高的分辨率。MRI 不仅可准确检出后巩膜葡萄肿的存在,还可通过三维成像技术重建其位置、个数、大小、范围,并可为后巩膜加固术时条带的放置提供指导。但 MRI 只能显示眼球的外部轮廓,而内部轮廓可能因 MTM 而与外部轮廓不一致。

有研究使用高分辨率 3D-MRI 将高度近视眼球后壁形态分为 4 类:鼻侧偏曲、颞侧偏曲、柱状和桶状(图 2)^[11]。此种分类方法是基于检查者的主观判断,而且在近视发展过程中,不同时期的眼球形态变化很小,导致这种主观分析难以实现眼球形态改变的长期随访。为了更加客观地量化分类,有研究将 MRI 测得的各参数进行计算,用个、十、百分别表示眼球后段的突出度、矢状面的对称度、水平面的对称度,进而可将眼球形态分为 18 种类型^[12]。

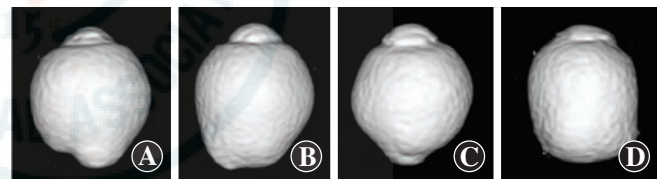


图 2 高分辨率 3D-MRI 高度近视眼球后壁形态分类^[11] A:鼻侧偏曲 B:颞侧偏曲 C:柱状 D:桶状

Figure 2 High resolution 3D-MRI classification of ocular posterior wall in high myopia^[11] A: Nasally distorted B: Temporally distorted C: Cylindric D: Barrel

1.4 OCT 检查及分类

近年来, OCT 已被广泛应用于眼底结构的检查,其可提供眼底定性和定量的信息,为眼球形态和后巩膜葡萄肿研究提供很大帮助。

用 OCT 观察后巩膜葡萄肿患者的巩膜曲率图,发现后巩膜葡萄肿的巩膜有更大的平均曲率和曲率变异度,因此提出巩膜平均曲率和曲率变异度可用于定义和量化后巩膜葡萄肿,从而更客观地对其进行分类和分级,并可鉴别不同的近视并发症,研究眼球后极部形态与近视并发症的关系,这为后巩膜葡萄肿的研究提供了新的思路^[13]。

扫频 OCT(swept source OCT, SS-OCT)可获得眼底各层次结构的高分辨率图像,是检测活体眼更深层组织的有力工具,能够为研究特殊类型巩膜曲率是如何损伤黄斑和视神经,探讨哪种类型巩膜曲率可出现病理性近视并发症而危害视力提供依据^[14]。

Shinohara 等^[15]发现,SS-OCT 在观察巩膜曲率上有很大优势,可用于分析视盘旁后巩膜葡萄肿的发展进程,该后巩膜葡萄肿类型突出度浅、巩膜曲率变化慢,很难被 3D-MRI 检测到;并且 SS-OCT 对于研究后巩膜葡萄肿常见并发症-脉络膜空腔以及二者因果关系有一定帮助。

为了更好地使用 OCT 重建后巩膜葡萄肿的三维形态,Shinohara 等^[16]使用广角 OCT(wide-field OCT, WF-OCT)显示后巩膜葡萄肿的范围,并比较其与 3D-MRI 对于后巩膜葡萄肿的检测能力,发现除了检查所需费用较低外,WF-OCT 的主要优势有分辨率更高,以及区别玻璃体、视网膜、脉络膜和巩膜的能力更强。因此,WF-OCT 可用于量化后巩膜葡萄肿的外形尺寸,测量最大和最小径、深度、形态以及与视盘和黄斑的空间位置关系,为生物力学计算和建立病理性近视进展的模型提供数据,从而对后巩膜葡萄肿的诊断与治疗提供很大帮助。

1.5 联合检查及分类

使用 SS-OCT 和 3D-MRI 研究巩膜曲率与近视性视网膜脉络膜病变的关系会提供更有价值的信息。与 MRI 相比,SS-OCT 扫描区域小,但能提供更多脉络膜和巩膜的细微结构。此研究将眼球后段巩膜曲率分为 4 种类型:(1)以黄斑中心凹为中心对称;(2)向视盘倾斜;(3)以黄斑中心凹为中心不对称;(4)不规则形状。脉络膜视网膜萎缩(斑片状萎缩或黄斑萎缩)、近视性脉络膜新生血管形成(myopic choroidal neovascularization, mCNV)和 MTM 在不规则型中的发生率均比其他类型高,其原因可能为当巩膜被拉伸变薄时不能维持其正常曲率,从而对近视性眼底病变的发生和发展起推动作用,因此巩膜曲率不规则可能是病理性近视最严重和晚期的形式。

MRI 与 SS-OCT 相比,可以提供眼球后段更细微的改变,因此建议结合 SS-OCT 和 3D-MRI 图像以分析眼球形态^[17]。此外,有研究者使用 OCT 联合 MRI 确诊并分类后巩膜葡萄肿,提出将眼球形态分为:黄斑变形模式(对应窄基底黄斑部后巩膜葡萄肿)、鼻侧变形模式(对应宽基底黄斑部后巩膜葡萄肿)、宽基底变形模式、柱状变形模式(图 3);分别与 Curtin 分类中的 II 型、I 型、I 型和 IX 型以及 I 型和 II 型有关^[18]。

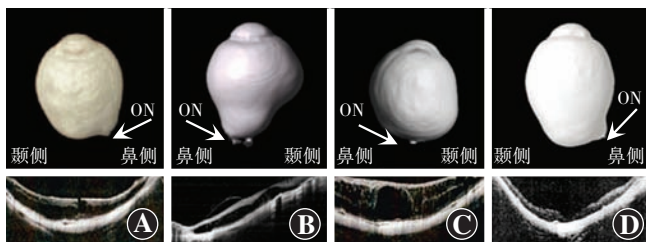


图 3 OCT 联合 MRI 对眼球形态的分类^[18] A:黄斑变形模式 B:鼻侧变形模式 C:宽基底变形模式 D:柱状变形模式
Figure 3 Classification of ocular morphology by OCT combined with MRI^[18] A:Macular distortion pattern B:Nasal distortion pattern C:Wide distortion pattern D:Cylindrical-shaped pattern

在此之后,Ohno-Matsui 等^[4]又将后巩膜葡萄肿的 3D-MRI 影像与广角眼底照相联系,并修正了后巩膜葡萄肿的定义,将 Curtin 分类中的 VI~X 型归入 I 型,得出基于后巩膜葡萄肿位置和形态的分类:宽基底黄斑部后巩膜葡萄肿(I 型)、窄基底黄斑部后巩膜葡萄肿(II 型)、视盘旁后巩膜葡萄肿(III 型)、鼻侧后巩膜葡萄肿(IV 型)、下方后巩膜葡萄肿(V 型)以及其他。该研究对大样本高度近视人群的 3D-MRI 影像和广角眼底照相进行研究,发现了新的复合类型(视盘型+宽基底黄斑部型),这提示后巩膜葡萄肿形态分类可能远比想象中复杂,并建议使用 3D-MRI 对全眼球进行检查以防漏诊部分特殊后巩膜葡萄肿类型^[19]。

最近有学者使用传统眼底照相联合 3D-MRI 对眼球形态、近视性黄斑病变以及视力的关系进行了深入研究,将眼球形态分为球体、椭圆体、圆锥体、鼻侧偏曲、颞侧偏曲和桶状 6 种类型(图 4),并将后 4 种类型归为眼球畸形^[20]。

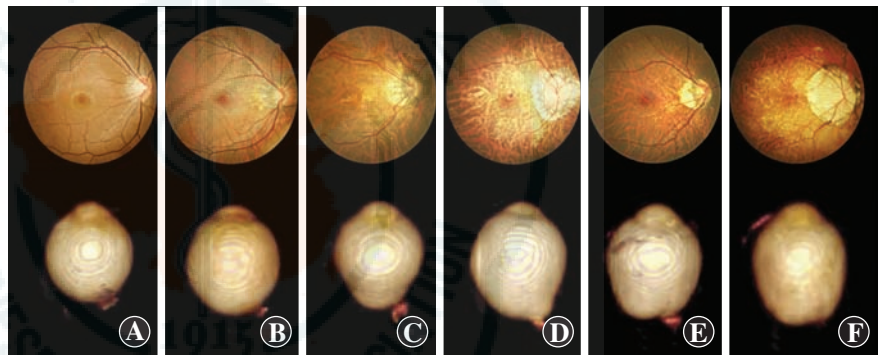


图 4 眼底照相联合 3D-MRI 对眼球形态的分类^[20] A:球体 B:椭圆体 C:圆锥体 D:鼻侧偏曲 E:颞侧偏曲 F:桶状
Figure 4 Classification of ocular morphology by fundus photography combined with 3D-MRI^[20] A: Spheroidal B: Ellipsoidal C: Conical D: Nasally distorted E: Temporally Distorted F: Barrel-shaped

2 眼球后壁形态分类与视力及近视性眼底病变的关系

2.1 分类与视力的关系

眼球后壁形态的分类与视力的关系对于指导临床和评估预后非常重要。有研究认为眼球后壁水平面和矢状面不对称与最佳矫正视力并无显著相关性^[9]。绝大多数球体和椭圆体形态的眼球视力正常,而鼻侧和颞侧偏曲型或伴有后巩膜葡萄肿的眼球最佳矫正视力较差^[15],说明后巩膜葡萄肿类型与视网膜脉络膜萎缩的部位显著相关。Curtin 分类法中的 II 型更易发生黄斑部萎缩, I 型更易发生视盘部萎缩;而相比于视盘部萎缩,黄斑部萎缩的最佳矫正视力更差,因此 II 型最佳矫正视力比 I 型更差^[16]。

眼球后壁水平面不对称类型在有视野缺损的眼球中比例更高,由此推断眼球后段水平面不对称可能是视神经病变的原因之一^[9]。颞侧偏曲型患者更易发生视野缺损^[8]。与无后巩膜葡萄肿的患者相比,宽基底黄斑部后巩膜葡萄肿患者的视野缺损发生率更高^[4]。

2.2 分类与近视性眼底病变的关系

有研究显示,黄斑裂孔性视网膜脱离(macular hole retinal detachment, MHRD)、mCNV、脉络膜视网膜萎缩和 MTM 的高患

病率和低视力均与后巩膜葡萄肿有关;其中,MHRD 在 II 型后巩膜葡萄肿中更常见^[4,7,21]。且有研究发现,MTM 和近视性脉络膜视网膜萎缩在眼球后壁水平面不对称的类型中发生率较低,而在眼球后段尖锐类型中的发生率较高。因此不管发生在视盘还是黄斑区域,眼球后段水平面的不对称和突出度的增加可能是大多数病理性近视特异性的、威胁视力的并发症发生和发展的重要因素^[12]。

与无后巩膜葡萄肿患者比较,任一类型后巩膜葡萄肿患者的 MTM 及近视性视网膜劈裂发生率均较高,且宽基底黄斑部后巩膜葡萄肿患者的弥漫性、斑片状视网膜脉络膜萎缩以及 mCNV 发生率较高^[4]。

最近有研究发现,球体和椭圆体型的晚期近视性黄斑病发生率更低;而桶状和颞侧扭曲型近视性黄斑病发生率更高,可能是因为其更易牵拉黄斑部组织。柱状、鼻侧偏曲或桶状形态的眼球更易发生后巩膜葡萄肿,眼球形态的类型可能是后巩膜葡萄肿发生的重要危险因素^[18]。

3 小结

OCT 作为主要检测手段广泛用于后巩膜葡萄肿的诊断、分类以及相关近视性黄斑病变评估。近年来研发的 WF-OCT 联合高分辨率 3D-MRI 可以全方位地了解眼球突出度,更全面地观察病变波及范围,对于全面理解高度近视眼后巩膜葡萄肿的诊断和治疗提供更多有价值、动态和定量的参考依据^[22]。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- Pan CW, Ramamurthy D, Saw SM. Worldwide prevalence and risk factors for myopia[J]. *Ophthalmic Physiol Opt*, 2012, 32(1): 3-16. DOI: 10.1111/j.1475-1313.2011.00884.x.
- Ohno-Matsui K, Lai TY, Lai CC, et al. Updates of pathologic myopia[J]. *Prog Retin Eye Res*, 2016, 52: 156-187. DOI: 10.1016/j.preteyeres.2015.12.001.
- Hsiang HW, Ohno-Matsui K, Shimada N, et al. Clinical characteristics of posterior staphyloma in eyes with pathologic myopia[J]. *Am J Ophthalmol*, 2008, 146(1): 102-110. DOI: 10.1016/j.ajo.2008.03.010.
- Ohno-Matsui K. Proposed classification of posterior staphylomas based on analyses of eye shape by three-dimensional magnetic resonance imaging and wide-field fundus imaging[J]. *Ophthalmology*, 2014, 121(9): 1798-1809. DOI: 10.1016/j.ophtha.2014.03.035.
- Zheng F, Wong CW, Sabanayagam C, et al. Prevalence, risk factors and impact of posterior staphyloma diagnosed from wide-field optical coherence tomography in Singapore adults with high myopia[J]. *Acta Ophthalmol*, 2020, DOI: 10.1111/aos.14527.
- Guo XX, Chen X, Li SS, et al. Measurements of the parapapillary atrophy area and other fundus morphological features in high myopia with or without posterior staphyloma and myopic traction maculopathy[J]. *Int J Ophthalmol*, 2020, 13(8): 1272-1280. DOI: 10.18240/ijo.2020.08.14.
- Shinohara K, Tanaka N, Jonas JB, et al. Ultrawide-field OCT to investigate relationships between myopic macular retinoschisis and posterior staphyloma[J]. *Ophthalmology*, 2018, 125(10): 1575-1586. DOI: 10.1016/j.ophtha.2018.03.053.
- Curtin BJ. The posterior staphyloma of pathologic myopia[J]. *Trans Am Ophthalmol Soc*, 1977, 75: 67-86.
- 李舒茵, 郭希让, 李蕴随, 等. 超声探测后巩膜葡萄肿位置形态范围与眼轴的长度关系[J]. *中华超声影像学杂志*, 1996, 5(3): 134-136.
- Li SY, Guo XR, Li YS, et al. Ultrasonic scanning of position, shape, scope and relation with axial length in posterior staphyloma[J]. *Chin J Ultrasonogr*, 1996, 5(3): 134-136.
- 刘茜, 李舒茵, 陈晓. 病理性近视眼后巩膜葡萄肿形态与视网膜劈裂关系探讨[J]. *中华眼科杂志*, 2017, 53(1): 46-52. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0412-4081.2017.01.010.
- Liu Q, Li SY, Chen X. Relation between ultrasonographic characteristics of pathologic myopia posterior staphyloma and retinoschisis[J]. *Chin J Ophthalmol*, 2017, 53(1): 46-52. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0412-4081.2017.01.010.
- Moriyama M, Ohno-Matsui K, Hayashi K, et al. Topographic analyses of shape of eyes with pathologic myopia by high-resolution three-dimensional magnetic resonance imaging[J]. *Ophthalmology*, 2011, 118(8): 1626-1637. DOI: 10.1016/j.ophtha.2011.01.018.
- Moriyama M, Ohno-Matsui K, Modegi T, et al. Quantitative analyses of high-resolution 3D MR images of highly myopic eyes to determine their shapes[J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2012, 53(8): 4510-4518. DOI: 10.1167/iov.12-9426.
- Miyake M, Yamashiro K, Akagi-Kurashige Y, et al. Analysis of fundus shape in highly myopic eyes by using curvature maps constructed from optical coherence tomography[J]. *PLoS One*, 2014, 9(9): e107923 [2020-05-11]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25259853/>. DOI: 10.1371/journal.pone.0107923.
- 刘玉燕, 韩泉洪. 扫频相干光断层成像术在高度近视眼研究中的新发现[J]. *中华眼科杂志*, 2016, 52(7): 547-550. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0412-4081.2016.07.017.
- Liu YY, Han QH. The new findings of high myopia by swept-source optical coherence tomography[J]. *Chin J Ophthalmol*, 2016, 52(7): 547-550. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0412-4081.2016.07.017.
- Shinohara K, Moriyama M, Shimada N, et al. Characteristics of peripapillary staphylomas associated with high myopia determined by swept-source optical coherence tomography[J]. *Am J Ophthalmol*, 2016, 169: 138-144. DOI: 10.1016/j.ajo.2016.06.033.
- Shinohara K, Shimada N, Moriyama M, et al. Posterior staphylomas in pathologic myopia imaged by widefield optical coherence tomography[J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2017, 58(9): 3750-3758. DOI: 10.1167/iov.17-22319.
- Ohno-Matsui K, Akiba M, Modegi T, et al. Association between shape of sclera and myopic retinochoroidal lesions in patients with pathologic myopia[J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2012, 53(10): 6046-6061. DOI: 10.1167/iov.12-10161.
- Frisina R, Baldi A, Cesana BM, et al. Morphological and clinical characteristics of myopic posterior staphyloma in Caucasians[J]. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, 2016, 254(11): 2119-2129. DOI: 10.1007/s00417-016-3359-1.
- Ohno-Matsui K, Alkabetz M, Salinas C, et al. Features of posterior staphylomas analyzed in wide-field fundus images in patients with unilateral and bilateral pathologic myopia[J]. *Retina*, 2017, 37(3): 477-486. DOI: 10.1097/IAE.0000000000001327.
- Guo X, Xiao O, Chen Y, et al. Three-dimensional eye shape, myopic maculopathy, and visual acuity: The Zhongshan Ophthalmic Center-Brien Holden Vision Institute High Myopia Cohort Study[J]. *Ophthalmology*, 2017, 124(5): 679-687. DOI: 10.1016/j.ophtha.2017.01.009.
- Oie Y, Ikuno Y, Fujikado T, et al. Relation of posterior staphyloma in highly myopic eyes with macular hole and retinal detachment[J]. *Jpn J Ophthalmol*, 2005, 49(6): 530-532. DOI: 10.1007/s10384-005-0249-1.
- Ohno-Matsui K, Jonas JB. Posterior staphyloma in pathologic myopia[J]. *Prog Retin Eye Res*, 2019, 70: 99-109. DOI: 10.1016/j.preteyeres.2018.12.001.

(收稿日期: 2020-05-12 修回日期: 2020-09-16)

(本文编辑: 张宇)