

# 视盘倾斜在高度近视中的研究进展

杨 艺<sup>1,2</sup>, 谢学军<sup>3</sup>, 程小芳<sup>1</sup>, 罗雪妮<sup>1</sup>, 徐铭超<sup>1</sup>

引用: 杨艺, 谢学军, 程小芳, 等. 视盘倾斜在高度近视中的研究进展. 国际眼科杂志 2023; 23(3): 435-438

基金项目: 成都中医药大学“杏林学者”学科人才科研提升计划 (No. XKTD2022005)

作者单位: <sup>1</sup>(610075) 中国四川省成都市, 成都中医药大学眼科学院; <sup>2</sup>(550003) 中国贵州省贵阳市, 贵州中医药大学第二附属医院眼科; <sup>3</sup>(610075) 中国四川省成都市, 成都中医药大学附属医院眼科

作者简介: 杨艺, 女, 硕士, 研究方向: 中医治疗眼底病。

通讯作者: 谢学军, 女, 医学博士, 主任医师, 博士生导师, 研究方向: 中西医结合防治眼底病的基础和临床. xxj8848@163.com

收稿日期: 2022-04-13 修回日期: 2023-02-08

## 摘要

随着近视在亚洲地区的流行, 高度近视的患病率也在逐步上升, 高度近视无疑已经成为亚洲地区甚至全球范围内的公共卫生问题。视盘倾斜作为一种相对常见的病理改变多出现于高度近视的患者眼中, 并且还有可能成为青光眼和黄斑病变等疾病的危险因素, 从而增加对视力损害的风险。然而目前对于高度近视中出现视盘倾斜的机制以及视盘倾斜在高度近视并发症加重过程中所发挥的作用还需深入探究。因此, 该文章收集整理视盘倾斜的相关文献, 从高度近视导致视盘形态改变的机制以及对于各种并发症的影响做出综合性论述, 以便为临床针对高度近视及其并发症的诊治提供一定依据。

关键词: 高度近视; 视盘倾斜; 青光眼; 黄斑病变

DOI: 10.3980/j.issn.1672-5123.2023.3.17

## Research progress of optic disc tilt in high myopia

Yi Yang<sup>1,2</sup>, Xue-Jun Xie<sup>3</sup>, Xiao-Fang Cheng<sup>1</sup>, Xue-Ni Luo<sup>1</sup>, Ming-Chao Xu<sup>1</sup>

Foundation item: Discipline Innovation Team of Chengdu University of Traditional Chinese Medicine (No. XKTD2022005)

<sup>1</sup>Eye School of Chengdu University of TCM, Chengdu 610075, Sichuan Province, China; <sup>2</sup>Department of Ophthalmology, the Second Affiliated Hospital of Guizhou University of TCM, Guiyang 550003, Guizhou Province, China; <sup>3</sup>Department of Ophthalmology, Hospital of Chengdu University of TCM, Chengdu 610075, Sichuan Province, China

Correspondence to: Xue-Jun Xie. Department of Ophthalmology, Hospital of Chengdu University of TCM, Chengdu 610075, Sichuan Province, China. xxj8848@163.com

Received: 2022-04-13 Accepted: 2023-02-08

## Abstract

• With the prevalence of myopia in Asia, the prevalence of high myopia is gradually increasing, and high myopia has undoubtedly become a public health problem in Asia and even around the globe. As a relatively common pathological change in the eyes of patients with high myopia, optic disc tilt may also become a risk factor for diseases such as glaucoma and macular degeneration, thereby increasing the risk of visual impairment. However, the mechanism of optic disc tilt in high myopia and the role of optic disc tilt in the aggravation of high myopia complications still needs to be further explored. Therefore, this article collects and organizes relevant literatures on optic disc tilt, and makes a comprehensive discussion on the mechanism of optic disc shape changing caused by high myopia and the impact on various complications, so as to provide a certain basis for clinical diagnosis and treatment of high myopia and its complications.

• KEYWORDS: high myopia; optic disc tilt; glaucoma; macular degeneration

Citation: Yang Y, Xie XJ, Cheng XF, et al. Research progress of optic disc tilt in high myopia. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2023; 23(3): 435-438

## 0 引言

凡近视屈光度超过 6.00D 以上或眼轴长度大于 26mm, 医学上归类为高度近视。高度近视患者常因眼轴进行性增长而引起一系列的病理改变, 其病理性改变主要包括黄斑区改变和视盘变化, 黄斑区变化有漆裂纹、脉络膜新生血管、脉络膜视网膜萎缩等改变, 视盘变化有视盘倾斜、视盘旋转及视盘周围萎缩弧等<sup>[1]</sup>。目前在全球范围内, 因多方面的因素, 高度近视的发病率逐年上升, 尤其以中国、日本等东亚国家最为显著<sup>[2]</sup>。有研究表明, 预计到 2050 年, 高度近视的患病率将接近全球人口的 10%<sup>[3]</sup>。近几年有大量研究结果显示<sup>[4]</sup>, 高度近视引起的黄斑病变<sup>[5]</sup>和视神经病变导致的视功能丧失是致盲的主要原因之一, 这一结果对保护人类视力健康具有重大临床意义, 高度近视也因此备受关注。迄今为止, 关于高度近视的研究主要集中于高度近视所引起的黄斑病变, 而相对于高度近视导致视盘形态变化的研究却少之又少。在临床上, 高度近视的视盘形态变化不同于正视眼, 大多数都存在不同程度的视盘倾斜, 分析研究高度近视中视盘倾斜的本质将有助于理解高度近视的发病机制以及其在发生发展过程中产生的各种病理变化, 从而更好地指导临床诊治疾病。现就视盘倾斜在高度近视中的研究现状作一综述。

## 1 视盘倾斜

**1.1 定义及发病机制** 由于历史条件的局限,以往不同学者对视盘倾斜的定义也不尽相同。早期文献<sup>[6]</sup>认为视盘倾斜包含视盘旋转。随着科学技术的发展,研究者们逐渐将视盘倾斜和视盘旋转区分开来。目前视盘倾斜被广泛定义为视盘在垂直或水平轴位上出现的一侧抬高,另一侧压低的一类表现形式。视盘旋转被定义为视盘最大直径与垂直轴的夹角超过15度的形态变化。

最早在1982年,Apple等<sup>[7]</sup>认为视盘倾斜有先天和后天因素,先天性视盘倾斜综合征的特征一般表现为视盘向下或鼻下方倾斜,并伴有视盘鼻下方弧形斑及视网膜血管反向,这一改变通常是由于胚胎视裂具有不同程度的闭合不良引起,属于静止性。而后天出现视盘倾斜可能是近视的伴随症状,并且随着近视度数和眼轴长度的增长,视盘倾斜会呈现不同程度的发展<sup>[8]</sup>。Kim等<sup>[9]</sup>对118例近视儿童早期视盘改变进行随访(平均时间为 $38.1 \pm 19.6$ mo),证明了随着近视的发展,视盘旁萎缩弧的不断增大,视盘会逐渐出现倾斜,由此得出视盘倾斜形状变化是近视发展的结果,是由巩膜拉伸引起,并且与眼轴长度有关。Jonas等<sup>[10]</sup>认为近视性视盘倾斜可能是由于巩膜重塑与眼轴延长造成。从已有文献中可以看出,高度近视中视盘倾斜的发生发展可能是巩膜生物力学改变的结果。由于高度近视巩膜发生重塑,巩膜向后扩张,眼球变形产生机械拉伸,后极部视盘周围区域受到机械性牵拉扩张<sup>[11]</sup>,从而引起视盘颞侧向后移动,表现为颞侧压低,鼻侧抬高的形态变化。

**1.2 测量方法** 目前,视盘倾斜还未明确其标准化测量方法。临床上常用视盘椭圆指数(ovlity index, OI)或视盘倾斜指数作为视盘倾斜度的替代指标,当 $OI < 0.8$ <sup>[12]</sup>或倾斜指数 $> 1.30$ <sup>[13]</sup>时被认为发生了视盘倾斜。2005年Tay等<sup>[14]</sup>提出了一项关于视盘倾斜比的分类方案:OI $< 0.70$ 为重度倾斜,0.70~0.74为中度倾斜,0.75~0.80为轻度倾斜,OI $> 0.80$ 为无倾斜。根据临床统计数据表明,该系统的分类标准与临床分级之间有良好的 consistency。随着科技发展,医疗仪器的革新,Hosseini等<sup>[15]</sup>在2013年使用OCT与眼底照相叠加后界定视盘边缘连线与参考平面连线之间的夹角作为定量测量倾斜角的新方法,实现了测量视盘倾斜角度的量化。随后Takehiro使用OCT对视盘周围横截面扫描图像中的视网膜色素上皮层的走向进行定位,拟合为正弦波曲线,用该曲线的幅度来反映视盘倾斜的幅度,以减小视盘倾斜角度测量的误差<sup>[16]</sup>。最近Liu等<sup>[17]</sup>将Takehiro的方法与视盘椭圆度相结合,更好地评估了视盘倾斜程度。在高度近视中,也沿用了上述测量视盘倾斜的方法,目前临床上多使用OI或倾斜指数来界定视盘倾斜的发生及其程度。

## 2 视盘倾斜在高度近视中的研究意义

正常视盘的形态外观大多呈现为卵圆形,垂直径略长于水平径。高度近视与正常眼的视盘形态不同,随着近视度数的不断增长,视盘形状会逐渐发生畸形。新加坡一项关于青年男性(19~25岁)高度近视黄斑病变及视盘改变的研究<sup>[18]</sup>中,发现在574例高度近视(平均年龄为 $21.1 \pm 1.2$ 岁)中有126例发生了视盘倾斜,视盘倾斜比例超过总

数的1/5。然而,Chang等<sup>[19]</sup>对40岁以上的331例成年高度近视患者进行人口调查,结果显示有190例出现视盘倾斜,发生视盘倾斜的比例为57.4%,其中中国人占总人数的69.63%。延艳妮等<sup>[20]</sup>研究结果与之相近,对高度近视107眼后极部形态学进行观察,其中有44眼出现视盘倾斜,视盘倾斜的发生率为41.1%。一项关于青年人豹纹状眼底特点及相关因素的研究中,显示豹纹状眼底出现视盘倾斜的比例为59.1%<sup>[21]</sup>。最近在中山眼科中心<sup>[22]</sup>的一项横断面研究中,对890例高度近视患者进行了视盘特征分析,结果显示在888例高度近视患者中,出现视盘倾斜的比率高达81.2%。其与前几项研究出现的数据差异说明高度近视出现视盘倾斜可能还与年龄、性别、种族有一定的相关性。根据上述文献报道,不难看出视盘倾斜这一视盘形态的改变在高度近视中是非常常见的。因此,高度近视与视盘倾斜的关系是高度近视临床研究中值得进一步分析探究的问题。

**2.1 视盘倾斜与近视程度的关系** 目前越来越多的研究发现高度近视患者的视盘倾斜程度与屈光度和眼轴长度密切相关,不同程度的倾斜能客观反映出屈光度的大小,同时也可以作为预测高度近视病程发展及预后的指标之一,对于临床评估近视的发生发展具有一定的指导意义。

郭寅等<sup>[23]</sup>发现在青少年高度近视患者中,视盘倾斜率与眼底不同分级改变有显著相关性,豹纹状眼底分级越高,视盘越倾斜,证实了高度近视眼底病变的程度与视盘倾斜程度的相关性。邢潇英<sup>[11]</sup>在针对近视人群的视盘形态学研究发现高度近视视盘倾斜度较中低度近视具有显著差异,考虑为中低度近视眼轴增长能力有限,随着眼轴进一步增加,视盘倾斜度显著增加。Li等<sup>[22]</sup>的研究发现高度近视患者中视盘倾斜程度与近视程度、眼轴长度密切相关。还有学者<sup>[24]</sup>将高度近视分为视盘倾斜组和非视盘倾斜组,发现视盘倾斜组的屈光度明显高于非视盘倾斜组。并且有研究<sup>[19]</sup>通过线性回归分析得出屈光度每增长100度,倾斜率将增加0.02,这表明随着屈光度的增加,眼轴长度的延长,视盘倾斜程度会随之增大。这些研究表明,在高度近视患者中,视盘倾斜的发生率和视盘倾斜程度都与高度近视的发展有不可忽视的相关性。然而,视盘倾斜改变不仅仅是作为高度近视的病理特征,这一病理改变还会引起一系列并发症,因此我们在评估高度近视视网膜结构改变的同时,也必须考虑到视盘形态变化产生的潜在影响。

高度近视作为青光眼及各种黄斑病变的危险因素之一已被大量文献证实,随着研究的深入,将近视性视盘倾斜作为导致青光眼或影响眼底病变的相关因素的报道逐渐增多,近年来,研究视盘倾斜已经成为高度近视合并开角型青光眼的热点领域,除此之外,还有报道高度近视视盘倾斜是眼底黄斑病变的危险因素之一。

**2.2 高度近视视盘倾斜与青光眼的关系** Marcus等<sup>[25]</sup>对近视与开角型青光眼之间的关联进行了系统评价和Meta分析,多项流行性研究的统计结果显示,近视已经被确定为原发性开角型青光眼的危险因素,尤其是高度近视。Xu等<sup>[26]</sup>对我国4439例关于高度近视合并青光眼的横断面研究中也发现同样的结果。然而,近视导致青光眼的发



病机制尚不明确。目前已有多项研究表明高度近视患者视盘形态的变化对青光眼的发生发展具有重大意义,主要包括视盘倾斜和视盘旋转。

武淑玲等<sup>[27]</sup>研究了高度近视合并原发性开角型青光眼视盘的形态改变,结果发现视盘形态多呈倾斜、旋转或完全变形,且近视度数越高视盘形态变化越明显。一项来自韩国首尔的研究<sup>[28]</sup>通过测量 374 例高度近视合并开角型青光眼患者的视盘倾斜度及扭转程度,发现视盘倾斜与扭转是青光眼的显著特征,根据视盘扭转的变化可以发现相应区域的视野变化。这表明由高度近视继发的青光眼更容易出现视盘形态的改变,并且通过视盘旋转位置就可以预测视野缺损的位置及程度。同样,Sawada 等<sup>[29]</sup>通过对 59 例中高度近视合并开角型青光眼患者观察,发现视盘倾斜和扭转有可能会引起青光眼改变,且视盘倾斜与视野缺损程度显著相关。这些研究表明,青光眼并不是单纯由屈光不正引起,而是随着近视的发展,青光眼性视野缺损的严重程度将受到视盘结构的形变影响;其可能的机制是视盘倾斜、扭转会拉伸或扭曲视神经纤维,从而导致神经节细胞轴突受损<sup>[30]</sup>;且视盘形态变化增加筛板的受挤压程度,引起筛板缺陷,而异常的筛板会影响筛板内血液供应和轴浆运输,最终引起神经节细胞凋亡,导致青光眼的发生<sup>[31]</sup>。还有研究证明<sup>[32]</sup>视盘倾斜率每增加 0.1,视野缺损增加 0.76 倍。由此可知,高度近视引起眼底视盘结构的改变是非常直观的,因此研究高度近视视盘形态特征的变化及其影响因素对于研究青光眼形成机制而言是极为重要的。

青光眼性视野缺损是青光眼的一个重要视功能损害。但高度近视眼底改变往往也会导致视野缺损。为了临床医生能快速鉴别诊断青光眼样视野缺损,眼科医生们做出了巨大的努力。张秀兰团队于 2022 年提出非病理性高度近视视野分类新标准,为鉴别青光眼样视野缺损和高度近视性视野缺损提供了可靠的依据<sup>[33]</sup>。高度近视相关视野缺损包括生理盲点扩张、垂直阶梯、部分边缘缺损、非特异性缺损等;青光眼样视野缺损包括旁中心暗点、鼻侧阶梯、部分弓形缺损、弓形缺损等。Doshi 等<sup>[34]</sup>认为当近视性视盘的倾斜出现,将导致眼内压产生的压力不对称,可能会损伤巩膜边缘的轴突,或者轴突穿过筛板时发生弯曲,因此视盘倾斜可能会加重眼压施加在某些轴突上的压力,引起轴突受损,从而影响神经纤维,继而出现相应的视野缺损,但该研究认为这种视野缺损是非进展性的,而青光眼产生的视野缺损往往是进行性发展的。因此,视盘形态分析对于临床诊断与鉴别诊断青光眼具有重要意义,高度近视与视盘倾斜的关系可能成为临床医生诊断高度近视合并青光眼的—个新视窗。

**2.3 高度近视视盘倾斜与黄斑区变化的关系** 高度近视出现的视功能损害程度与黄斑区病变程度密切相关。2018 年 Sung 等<sup>[35]</sup>首次应用 OCTA 研究了高度近视视盘变形与视网膜微血管的关系,该研究发现中心凹无血管区面积 (FAZ) 随视盘倾斜角度的增加而减小,这表明随着高度近视视盘倾斜程度的变化,黄斑区视网膜微循环结构会发生改变,意味着高度近视患者视盘区域的改变和黄斑区域的改变有密切关系。新加坡学者<sup>[36]</sup>对老年人近视性视

网膜病变进行研究后发现患近视性视网膜病变的视盘中有 60% 出现视盘倾斜,无眼底病变的视盘中仅有 3% 存在视盘倾斜。这表明有近视性视网膜病变的眼底往往呈现视盘倾斜的外观。Chen 等<sup>[37]</sup>发现视盘倾斜率减小是牵拉性黄斑病变发生的危险因素。与萎缩性和新生血管性黄斑病变相比,牵拉性黄斑病变的视盘倾斜率更低,视盘更为倾斜。陈曦等<sup>[38]</sup>依据 ATN 分类法将高度近视分为非病理性近视组、轻度牵拉型病变组、重度牵拉型病变组、新生血管性病变,发现 4 组视盘椭圆指数差异具有统计学意义。这表明随着眼底视盘形态学的变化,可能可以预测眼底病变的进展。以上研究均表明高度近视中视盘形态变化与黄斑区变化密切相关,视盘形态变化是否会影响黄斑区改变值得继续深入研究。

### 3 小结与展望

综上所述,高度近视中发生视盘倾斜的可能性极大,随着近视度数的加深,视盘倾斜程度也不断加重,并伴有多种眼科并发症。其危害与视功能息息相关,不可忽视。但高度近视发生视盘倾斜的病理机制尚不明确,其中许多相关因素之间存在因果及相互影响的关系,并且视盘倾斜的定性和定量测量缺乏严格的标准,这将导致研究结果的局限性和差异性,在以后的科研及临床工作中,应该加强对视盘倾斜发生发展机制的深入研究,探究统一化、标准化的测量方法,更多的为科研工作提供研究方向和思路,为临床工作诊疗提供理论依据。

#### 参考文献

- 中华医学会眼科学分会眼视光学组. 重视高度近视防控的专家共识(2017). 中华眼视光学与视觉科学杂志 2017;19(7): 385-389
- Wong YL, Saw SM. Epidemiology of pathologic myopia in Asia and worldwide. *Asia Pac J Ophthalmol (Phila)* 2016;5(6):394-402
- Bruce A. Re: Holden *et al.*: global prevalence of myopia and high myopia and temporal trends from 2000 through 2050 (*Ophthalmology* 2016;123:1036-1042). *Ophthalmology* 2017;124(3):e24-e25
- Xu L, Wang YX, Li YB, *et al.* Causes of blindness and visual impairment in urban and rural areas in Beijing: the Beijing Eye Study. *Ophthalmology* 2006;113(7):1134. e1-1134. 11
- Wong TY, Ferreira A, Hughes R, *et al.* Epidemiology and disease burden of pathologic myopia and myopic choroidal neovascularization: an evidence-based systematic review. *Am J Ophthalmol* 2014;157(1):9-25. e12
- Witmer MT, Margo CE, Drucker M. Tilted optic disks. *Surv Ophthalmol* 2010;55(5):403-428
- Apple DJ, Rabb MF, Walsh PM. Congenital anomalies of the optic disc. *Surv Ophthalmol* 1982;27(1):3-41
- Samarawickrama C, Mitchell P, Tong L, *et al.* Myopia-related optic disc and retinal changes in adolescent children from Singapore. *Ophthalmology* 2011;118(10):2050-2057
- Kim TW, Kim M, Weinreb RN, *et al.* Optic disc change with incipient myopia of childhood. *Ophthalmology* 2012;119(1):21-26. e1-3
- Jonas JB, Berenshtein E, Holbach L. Lamina cribrosa thickness and spatial relationships between intraocular space and cerebrospinal fluid space in highly myopic eyes. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2004;45(8):2660-2665
- 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. 国际眼科杂志 2019;19(12):2084-2087
- Shin HY, Park HY L, Park CK. The effect of myopic optic disc tilt on measurement of spectral-domain optical coherence tomography parameters. *Br J Ophthalmol* 2015;99(1):69-74
- Sung MS, Kang YS, Heo H, *et al.* Characteristics of optic disc

rotation in myopic eyes. *Ophthalmology* 2016;123(2):400-407

14 Tay E, Seah SK, Chan SP, et al. Optic disk ovality as an index of tilt and its relationship to myopia and perimetry. *Am J Ophthalmol* 2005;139(2):247-252

15 Hosseini H, Nassiri N, Azarbod P, et al. Measurement of the optic disc vertical tilt angle with spectral-domain optical coherence tomography and influencing factors. *Am J Ophthalmol* 2013;156(4):737-744

16 Yamashita T, Sakamoto T, Yoshihara N, et al. Circumpapillary course of retinal pigment epithelium can be fit to sine wave and amplitude of sine wave is significantly correlated with ovality ratio of optic disc. *PLoS One* 2015;10(4):e0122191

17 Liu XT, Zhang F, Wang YL, et al. Associations between optic disc characteristics and macular choroidal microvasculature in young patients with high myopia. *Clin Exp Ophthalmol* 2021;49(6):560-569

18 Koh V, Tan C, Tan PT, et al. Myopic maculopathy and optic disc changes in highly myopic young Asian eyes and impact on visual acuity. *Am J Ophthalmol* 2016;164:69-79

19 Chang L, Pan CW, Ohno-Matsui K, et al. Myopia-related fundus changes in Singapore adults with high myopia. *Am J Ophthalmol* 2013;155(6):991-999. e1

20 延艳妮, 王亚星, 魏文斌. 40岁以上高度近视眼人群后极部眼底形态学特征的10年随访研究. *中华眼科杂志* 2021;57(12):908-915

21 吕含怡. 近视性豹纹状眼底在青年人中的特点及相关影响因素研究. 上海交通大学 2020

22 Li ZX, Guo XX, Xiao O, et al. Optic disc features in highly myopic eyes: the ZOC-BHVI high myopia cohort study. *Optom Vis Sci* 2018;95(4):318-322

23 郭寅, 唐萍, 吴敏, 等. 青少年高度近视患眼底特征及其与屈光状态的相关性. *中华眼底病杂志* 2016;32(6):628-632

24 Moghadas Sharif N, Shoeibi N, Ehsaei A, et al. Optical coherence tomography and biometry in high myopia with tilted disc. *Optom Vis Sci* 2016;93(11):1380-1386

25 Marcus MW, de Vries MM, Junoy Montolio FG, et al. Myopia as a risk factor for open-angle glaucoma: a systematic review and meta-analysis. *Ophthalmology* 2011;118(10):1989-1994. e2

26 Xu L, Wang YX, Wang S, et al. High myopia and glaucoma susceptibility the Beijing eye study. *Ophthalmology* 2007;114(2):

216-220

27 武淑玲, 王玮玲, 郗淑红, 等. 伴有高度近视开角型青光眼视乳头形态及视网膜神经纤维层改变的分析. *中国临床医生* 2006;34(12):38-39

28 Park HY, Choi SI, Choi JA, et al. Disc torsion and vertical disc tilt are related to subfoveal scleral thickness in open-angle glaucoma patients with myopia. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2015;56(8):4927-4935

29 Sawada Y, Hangai M, Ishikawa M, et al. Association of myopic optic disc deformation with visual field defects in paired eyes with open-angle glaucoma: a cross-sectional study. *PLoS One* 2016;11(8):e0161961

30 Park HY, Lee KI, Lee K, et al. Torsion of the optic nerve head is a prominent feature of normal-tension glaucoma. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2014;56(1):156-163

31 Miki A, Ikuno Y, Asai T, et al. Defects of the Lamina cribrosa in high myopia and glaucoma. *PLoS One* 2015;10(9):e0137909

32 Chen LW, Lan YW, Hsieh JW. The optic nerve head in primary open-angle glaucoma eyes with high myopia: characteristics and association with visual field defects. *J Glaucoma* 2016;25(6):e569-e575

33 Lin F, Chen S, Song Y, et al. Classification of visual field abnormalities in highly myopic eyes without pathologic change. *Ophthalmology* 2022;129(7):803-812

34 Doshi A, Kreidl KO, Lombardi L, et al. Nonprogressive glaucomatous cupping and visual field abnormalities in young Chinese males. *Ophthalmology* 2007;114(3):472-479

35 Sung MS, Lee TH, Heo H, et al. Association between optic nerve head deformation and retinal microvasculature in high myopia. *Am J Ophthalmol* 2018;188:81-90

36 Vongphanit J, Mitchell P, Wang JJ. Prevalence and progression of myopic retinopathy in an older population. *Ophthalmology* 2002;109(4):704-711

37 Chen QY, He JN, Hu GY, et al. Morphological characteristics and risk factors of myopic maculopathy in an older high myopia population-based on the new classification system (ATN). *Am J Ophthalmol* 2019;208:356-366

38 陈曦, 郭笑霄, 李珊珊, 等. 高度近视患者视盘结构与眼底形态学标记相关性分析. *中华眼底病杂志* 2022;38(3):205-210