

近视相关视网膜格子样变性研究进展

冯娇娇¹, 宋继科^{1,2,3}, 毕宏生^{2,3}

引用: 冯娇娇, 宋继科, 毕宏生. 近视相关视网膜格子样变性研究进展. 国际眼科杂志 2022;22(12):1982-1986

基金项目: 国家重点研发计划项目(No.2019YFC1710203)

作者单位:¹(250014) 中国山东省济南市, 山东中医药大学;
²(250002) 中国山东省济南市, 山东中医药大学附属眼科医院;
³(250002) 中国山东省济南市, 山东省中西医结合眼病防治重点实验室 山东省眼病防治研究院 山东省眼视光与青少年视力低下防控临床医学研究中心

作者简介: 冯娇娇, 在读硕士研究生, 研究方向: 白内障、眼视光学。

通讯作者: 毕宏生, 博士, 二级教授, 主任医师, 博士研究生导师, 院长, 研究方向: 中西医结合临床眼科疾病的研究、白内障与眼视光学. hongshengbi1@163.com

收稿日期: 2022-01-28 修回日期: 2022-11-10

摘要

视网膜格子样变性(LD)是一种伴有视网膜萎缩性病变和眼底赤道区玻璃体液化的周边部视网膜玻璃体变性。其病程进展缓慢,发病机制并不十分明确,可能是多种因素共同参与的结果,其中近视眼轴增长是其主要风险因素之一。随着近视发病率的升高,LD患病率呈上升趋势。近年来,随着广域眼底成像技术的发展,快速检查周边视网膜成为可能。目前,视网膜光凝术是其主要的防治手段,但是否需要对LD进行预防性治疗仍不甚明确。本文主要对LD的流行病学、发病机制、影响因素及防治方法等做一综述,以期对近视相关LD的进一步研究及治疗提供思路。

关键词: 近视; 视网膜格子样变性; 发病率; 影响因素; 发病机制; 广域眼底成像技术

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2022.12.09

Research progress of myopia - related lattice degeneration of the retina

Jiao-Jiao Feng¹, Ji-Ke Song^{1,2,3}, Hong-Sheng Bi^{2,3}

Foundation item: National Key Research and Development Program of China (No.2019YFC1710203)

¹Shandong University of Traditional Chinese Medicine, Jinan 250014, Shandong Province, China; ²Affiliated Eye Hospital of Shandong University of Traditional Chinese Medicine, Jinan 250002, Shandong Province, China; ³Shandong Provincial Key Laboratory of Integrative Medicine for Eye Disease; Shandong Academy of Eye Disease Prevention and Therapy; Shandong Provincial Clinical Research Center of Ophthalmology and Children Visual Impairment Prevention and Control, Jinan 250002, Shandong Province, China

Correspondence to: Hong-Sheng Bi. Affiliated Eye Hospital of

Shandong University of Traditional Chinese Medicine, Jinan 250002, Shandong Province, China; Shandong Provincial Key Laboratory of Integrative Medicine for Eye Disease; Shandong Academy of Eye Disease Prevention and Therapy; Shandong Provincial Clinical Research Center of Ophthalmology and Children Visual Impairment Prevention and Control, Jinan 250002, Shandong Province, China. hongshengbi1@163.com

Received: 2022-01-28 Accepted: 2022-11-10

Abstract

• Lattice degeneration of the retina (LD) is a peripheral vitreoretinal lesion characterized by atrophic retinal lesions and vitreous liquefaction in the equatorial region of the fundus. The progress of the disease is slow and the pathogenesis is not clear, which may be the result of multiple factors, among which the increase of ocular axis is one of the main risk factors. With the increase of myopia incidence, the prevalence of LD is on the rise. In recent years, it has become possible to quickly examine peripheral retina with the development of ultra-wide field fundus imaging technology. At present, retinal photocoagulation is the main prevention and treatment method for LD, but the need for preventive treatment is still unclear. This article reviews the epidemiology, pathogenesis, influencing factors and treatment of LD, hoping to provide ideas for further research and treatment of myopia-related LD.

• KEYWORDS: myopia; lattice degeneration of the retina; incidence; influencing factors; pathogenesis; ultra-wide field fundus imaging technology

Citation: Feng JJ, Song JK, Bi HS. Research progress of myopia-related lattice degeneration of the retina. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2022;22(12):1982-1986

0 引言

视网膜格子样变性(lattice degeneration of the retina, LD)曾被称为囊样变性(Vogt A, 1930年)、格子状变性(Schepens CL, 1952年)、特殊型脉络膜视网膜病变(Michaelson IC, 1956年)、硬化区(Pau H, 1959年)、赤道变性(Meyer-Schwickerath G, 1961年)及视网膜侵蚀(Foos RY, 1967年)^[1]等。1930年, Vogt A发表了第一份关于LD详细而准确的临床表现图^[1],并提供了迄今为止最完整的临床表现早期描述。此后, Straatsma BR (1974年)^[2]、Byer NE (1979年)^[1]、Foos RY (1984年)^[3]等也对LD进行了进一步的研究与描述。目前认为, LD是一种伴有视网膜萎缩性病变和眼底赤道区玻璃体液化的周边部视网膜玻璃体变性^[4]。LD的典型组织病理学变化主要表现为视网膜变薄、玻璃体液化、变性区边缘玻璃体黏连、血

管呈格子状分支白线、视网膜色素异常和神经胶质细胞增生。病灶多位于赤道与锯齿缘之间,与锯齿缘平行呈椭圆形、带状或圆形,长度大于宽度^[2]。但上述 LD 的组织学形态大多是在解剖学基础上利用生物显微镜、组织病理学检查和电子显微镜在尸检眼中观察到的,这些方式可能不能准确描述活体人眼周边玻璃体和视网膜之间的结构关系。2018 年, Tsai 等^[5]应用光谱域光学相干断层扫描(spectral domain optical coherence tomography, SD-OCT)发现近视 LD 患者视网膜变薄是最常见的表现,其次是玻璃体视网膜牵引、视网膜劈裂、玻璃体膜沉积物和视网膜裂孔伴视网膜下液。2019 年, Chu 等^[6]发现 LD 表现为玻璃体液化腔隙和视网膜萎缩,有或没有萎缩性视网膜裂孔,并伴有视网膜内色素迁移和视网膜色素上皮(retinal pigment epithelium, RPE)不规则。

LD 的发生可能是遗传和环境共同作用的结果^[1,7-10]。研究表明,近视眼轴增长是 LD 发生的重要风险因素之一^[11-15]。目前,近视已成为全球性的公共卫生问题,据 2019 年世界卫生组织报告全球近视人数约为 21.66 亿^[14],而我国近视患病率呈现高发、低龄化、重度化趋势^[15],根据国家卫生健康委员会报告,2020 年我国儿童青少年总体近视率为 52.7%。流行病学调查显示随着近视患病率的不断增高,LD 的患病率在近视人群中呈现明显增高趋势^[12,16-17]。近年来国内外对 LD 的研究相对较少,鉴于其随着近视的高发越来越多地出现在公众面前,本文拟对 LD 的流行病学、发病机制及其相关影响因素和防治等进行系统综述,以期对 LD 的进一步研究及治疗提供思路。

1 流行病学研究

流行病学调查显示,LD 在近视尤其是高度近视人群中患病率较高,提示 LD 与近视具有相关性^[12,16-18]。然而由于调查人群、检查方法和纳入标准不同,各地报道的 LD 患病率各有不同^[2,19]。一般人群中检查发现 LD 发生率为 5%~10%^[1-2,20-21]。1966 年, Everett^[20]随机选取了眼库中 400 只成对的眼球,用显微镜观察记录周边视网膜变性类型,结果发现 LD 的检出率为 5.75%(23/400)。1974 年, Straatsma 等^[2]研究了 800 例尸检病例,采用立体显微镜检查发现 10.7%(86/800)的病例出现 LD。1974 年, Byer^[19]回顾研究 1700 例就诊患者发现有 8%(137/1700)的患者发现 LD。2001 年, Semes 等^[21]对 600 例就诊于当地初级保健诊所的患者进行散瞳眼底检查,发现有 5.2%(31/600)患者有 LD。

相对于一般人群,在近视尤其是高度近视人群中的研究发现 LD 发生率处于较高水平^[16-17,22]。2005 年, Lam 等^[16]采用双目间接检眼镜加巩膜压陷法检查了 213 例 18~73 岁成年高度近视患者,其中 LD 检出率为 12.2%(26/213)。2010 年, Bansal 等^[17]对 30 例 54 眼年龄 ≤ 10 岁的高度近视儿童的病历资料进行回顾性分析,使用双目间接检眼镜加巩膜压陷法进行周边视网膜检查发现 20.4%(11/54)的患眼存在 LD。2013 年, 霍银平等^[23]使用 Goldmann 三面镜对 178 例近视大学生进行散瞳周边视网膜变性筛查,结果发现 8.98%(30/334)的患眼出现 LD。2022 年, Nguyen 等^[22]对 88 例 12~47 岁高度近视患者进行散瞳眼底检查发现 16.1%(27/168)的患眼出现 LD。LD 在高度近视儿童中的高发病率提示对于此类患者应密切关注其周边视网膜改变。

既往对 LD 的检查方式多采用间接检眼镜加巩膜压陷法、传统眼底照相,不仅检查时间长,还需散瞳,限制了大样本的群体筛查^[6]。近年来,随着广域眼底成像技术^[24-25]的发展,快速检查周边视网膜成为可能^[26]。建立多中心、大样本、长周期的队列研究,可以进一步明确 LD 与近视的关系及其自身发展的自然病程与转归,为今后制定临床诊疗规范提供依据。

2 发病机制研究

目前,LD 的病理生理机制并不十分明确,可能是遗传和环境因素共同参与的结果。玻璃体的机械性牵拉被认为是主要致病机制,但仍有待进一步证实。目前相关研究多停留在解剖层面,对其潜在的分子机制及玻璃体与视网膜之间联系的机制研究仍较少。

2.1 玻璃体机械性牵拉机制 目前,玻璃体机械性牵拉被认为是 LD 的主要致病机制。1976 年, Tolentino 等^[27]提出 LD 主要是一种玻璃体疾病的理论,视网膜损伤是被局部玻璃体牵引产生的。2011 年, Manjunath 等^[28]利用 SD-OCT 定性描述了 LD 在视网膜和玻璃体上的 4 种特征性改变,即局灶性视网膜变薄、玻璃体膜形成、前/后 U 型玻璃体牵拉、视网膜裂孔。这一发现在很大程度上证明了玻璃体视网膜牵拉的存在。2020 年, Mizuno 等^[29]收集了 2 例行视网膜脱离手术患者的 LD 视网膜标本进行免疫组织学研究发现,LD 视网膜表面出现玻璃体-视网膜黏连,分析其原因可能是 RPE 细胞迁移、增殖和分化,迁移中的 RPE 细胞可能会产生未成熟的胶原蛋白进入玻璃体^[30],这种胶原蛋白在没有交联的情况下呈线性延伸^[31],从而产生玻璃体与视网膜之间的连接。既往也有研究证实胶原蛋白在玻璃体-视网膜黏连中有潜在作用^[32]。这种黏连可能导致产生玻璃体机械性牵拉,一旦发生玻璃体后脱离(posterior vitreous detachment, PVD)致使视网膜出现裂孔,LD 最终可能进展为视网膜脱离^[33]。上述研究为牵拉因素指明了具体的细胞学机制,但该研究的样本量有限,需要进行更多的实验在分子生物学等方面进一步探讨这一机制的合理性。

2.2 视网膜缺血机制 视网膜缺血理论认为 LD 的一系列组织病理学变化均源于视网膜血供障碍^[2,8]。1972 年, Sato^[8]根据荧光素眼底血管造影(fluorescein fundus angiography, FFA)检查结果提出 LD 的主要病因是视网膜循环障碍。1974 年, Straatsma 等^[2]使用胰蛋白酶消化与电子显微镜研究也提出病因是原发于视网膜血管。上述研究认为首先是视网膜血管结构异常,引起供血不足,影响视网膜内层,最终造成组织病理学变化。然而 Tolentino 等^[27]根据 FFA 资料提出视网膜血管闭塞导致灌注不良或缺乏灌注出现在晚期 LD,早期或轻度 LD 并没有此发现。随着流量评估的现代诊断技术的发展,2018 年, Milani 等^[34]应用光学相干断层扫描血管成像(OCTA)研究发现近视眼视网膜浅表血管密度显著降低。2022 年, Zhao 等^[35]利用彩色多普勒超声和自适应光学视网膜照相机分析发现近视眼视网膜中央动脉分支中存在潜在的小动脉重塑。上述研究表明,近视患者的确存在视网膜血供障碍,推测近视患者发生 LD 与视网膜血管系统血供不足有密切关系。

2.3 遗传与基因突变 Murakami 等^[7]通过家系遗传研究认为 LD 可能是多基因遗传疾病,该研究发现具有 LD 的一级亲属患病率约为普通人群的 3 倍(22.9%),根据公认

的遗传模型推测多基因或多因素遗传模式最有可能导致LD。全基因组关联研究(GWAS)发现, COL4A4、COL2A1基因变异可能参与LD的发生发展^[36-37]。2012年, Meguro等^[36]使用覆盖整个人类基因组的23 465个微卫星标记GWAS的方法对574例无血缘关系的LD患者与608例无血缘关系的健康对照者进行研究, 结果表明, COL4A4基因变异可能会导致视网膜变薄从而促进LD的发展。2019年, Okazaki等^[37]使用单核苷酸多态性(SNPs)GWAS的方法对634例无血缘关系的LD患者与1694例无血缘关系的健康对照者进行研究, 发现LD患者的玻璃体视网膜异常可能是由于与rs1793954 C等位基因相关的COL2A1表达改变引起的。但相关研究仍然较少, 且该研究仅局限在日本人群中, 随着基因组学研究及基因芯片技术的发展, 需要与其他种族进行进一步遗传关联研究, 以验证该结论。

3 影响因素

3.1 屈光度与眼轴因素 既往研究表明, 当等效球镜度大于-6.00D, 眼轴长度大于26mm时LD的患病率明显增高, 这可能提示近视是LD的重要危险因素^[9, 12-13, 38]。2007年, 霍银平^[39]在对178例334眼近视大学生进行周边视网膜筛查时发现LD在低、中、高度近视组中的检出率分别为5.30% (7/132)、11.45% (15/131)、11.27% (8/71)。2008年, Lai等^[10]随机选取香港某社区高度近视人群337眼研究发现, 13.6% (46/337)出现LD。2018年, Chen等^[9]观察887例高度近视亚洲男性不同类型周边视网膜改变的研究发现, 其中LD在正视组中的检出率为5.8% (9/156), 但在高度近视组检出率为16.9% (100/593)。此外, 当眼轴达到一定长度时, LD的患病率将明显增高。Karlín等^[11]于1976年回顾性研究诊所患者1 437眼, 发现当眼轴长度大于26.5mm时LD的患病率为11% (158/1437)。1980年, Ogino等^[13]研究发现轴向长度为26mm的眼睛LD患病率最高(15.1%), 轴向长度为31mm的眼睛LD患病率最低(6.8%)。Celorio等^[12]于1991年观察218例高度近视患者发现, LD最常发生在眼轴长度为26.00~26.90mm(-6.00~-8.70D)的近视患者中, 而在更长眼轴患者中其患病率和眼轴长度却呈反比。这一发现与Ogino等^[13]研究结果非常一致。Chen等^[9]分析发现眼轴长度每增加1mm, 发生LD的风险增加28%。上述研究结果多是在周边视网膜相关研究中发现, 未来可设计一项以LD为独立疾病的流行病学研究以进一步明确LD患病率与近视程度的相关性。

3.2 种族因素 LD在普通人群中很常见, 据报道, 高加索人和亚洲人患病率为6%~10.7%^[1-2], 非洲人患病率为1.8%。不同种族人群中, LD的患病率有所差异, 非洲人中LD患病率较低的原因可能是由于近视患病率较低^[40], 故认为种族不同并不是导致LD发生率有差异的原因之一。

3.3 性别与年龄因素 以往研究表明, LD的发生率并没有明显的性别差异^[2]。霍银平^[39]于2007年研究了178例334眼大学生的周边视网膜, 其中女性受试者LD检出率为10.11%, 男性受试者为7.53%。然而, LD在不同年龄阶段的发生率却有明显差异^[1-2]。1991年, Celorio等^[12]研究纳入10~72岁高度近视患者436眼, 20岁或以下的患者中20.5% (16/78)发生LD; 以21~40岁青壮年最多见, LD发病率为31.9% (51/160); 41~60岁患者中20.8%

(27/130)发生LD; 60岁以上者最少, LD发病率为16.2% (11/68)。0~10岁儿童中LD发病率较低, 提示年龄与LD的发生之间可能存在时间关系。Chen等^[9]推测, 由于眼轴长度随着年龄的增长而持续增长, 外周改变可能会变得更加普遍, 因此LD在青壮年中多见。老年人中检出率较低的原因可能是由于晶状体混浊和周边色素眼底改变使得更难检测到LD。

3.4 后巩膜葡萄肿因素 研究表明, 后巩膜葡萄肿的存在与否可能是影响LD发生率的重要因素之一^[41]。1998年, Yura^[41]对542例高度近视患者进行A超和眼底检查发现, 不同眼轴长度的患者中, 无后巩膜葡萄肿(全眼伸长)的患者比有后巩膜葡萄肿(仅后极部伸长)的患者LD发生率更高, 推测高度近视眼轴向拉长的类型影响LD的发生率。Ogino等^[13]认为高度近视有两种类型的眼睛, 即主要引起周边视网膜变性的眼睛和主要导致后极部变性和伸长的眼睛, 如果在相同的眼轴长度下比较两种类型眼球周围的力学效应, 无后巩膜葡萄肿的眼睛周边可能比有后巩膜葡萄肿的眼睛周边伸展更大。上述研究表明, 赤道扩张或整体扩张导致周边视网膜生物力学作用减弱, 可能与LD的发生发展有关。因此, 对于高度近视患者是否需要前瞻性地观察其眼轴伸长的类型值得进一步探讨。此外, 高度近视眼的两种轴向拉长类型可能解释了高度近视眼LD患病率并不随眼轴的增加而增加的事实, 也可能解释了高度近视眼LD患病率之间的差异。

3.5 其他影响因素 2016年, Gupta等^[42]对60眼原发性先天性青光眼(PCG)患者进行周边视网膜变性筛查, 发现LD患病率为12% (7/60)。因此对于PCG患者, 尤其是眼轴长度大于26mm的患者, 建议进行周边视网膜常规筛查。2018年, Oztas等^[43]对60例中心性浆液性脉络膜视网膜病变(CSCR)患者和60例年龄和性别匹配的健康对照者进行周边视网膜检查, 发现CSCR患者患LD的风险是健康对照者的4.5倍, 因此, 建议定期对CSCR患者进行周边视网膜评估。此外, LD还见于多种遗传性结缔组织疾病, 如Stickler综合征^[44]、Marfan综合征^[45]和Wagner综合征^[42]等。

4 防治方法

2019年, 美国眼科学会发布的《玻璃体后脱离、视网膜裂孔和格子样变性眼科临床实践指南》指出视网膜光凝术是治疗LD的首选方法^[4-5]。指南指出, 一般情况下, 无症状的LD即使有裂孔通常不需要治疗; 当PVD导致马蹄形裂孔时需要治疗; 但对侧眼有视网膜脱离(retinal detachment, RD)、萎缩性裂孔或LD的患眼, 治疗时机还未达成共识。指南推荐的随访方案指出, 无症状、无/有孔的LD患者, 每年随访1次; 对侧眼有RD、有萎缩孔、LD或无症状的马蹄形撕裂的LD患者, 每6~12mo随访1次。但对于其他情况的LD是否需要预防性治疗、治疗后是否会出现视网膜增殖及是否会复发等一系列问题, 现在仍不甚明确^[46]。截止目前, 尚无关于LD预防和治疗的随机研究, 也没有研究根据家族史、屈光状态、PVD存在与否或对侧眼视网膜脱离病史来区分病例的研究。因此, LD是否应该采取相应的预防性治疗措施以及远期临床价值, 尚待进一步探讨。

5 总结与展望

近年来, 随着广域眼底成像技术的发展, 快速检查周边视网膜成为可能。通常LD患者视力相当长一段时间

内保持稳定,可以定期使用超广角扫描激光检眼镜(ultra-wide field scanning laser ophthalmoscope, UWF-SLO)^[47-48]联合扫频源光学相干断层成像(swept-source optical coherence tomography, SS-OCT)^[49]检查观察其变化,长期随访监测病情。此外,UWF-SLO不仅可以使视网膜轮廓可视化,还有助于观察玻璃体-视网膜界面^[50-51]。既往的流行病学研究几乎均采用间接检眼镜加巩膜压陷法检查周边视网膜,也可以利用快速的UWF-SLO开展以LD作为独立疾病的流行病学研究,以进一步明确LD与近视眼轴增长的相关关系。基于超广角眼底成像技术及人工智能(artificial intelligence, AI)技术的发展,有望通过AI影像识别技术进行LD筛查,并将其纳入近视的常规检查项目。LD的发病机制尚不明确,目前并未见到LD相关动物实验模型的报道,未来需要建立相应的动物模型对其发病机制、自然病程及治疗进行进一步研究,为LD的预防和治疗提供新思路。

参考文献

- Byer NE. Lattice degeneration of the retina. *Surv Ophthalmol* 1979; 23(4): 213-248
- Straatsma BR, Zeegen PD, Foos RY, et al. Lattice degeneration of the retina. XXX Edward Jackson memorial lecture. *Am J Ophthalmol* 1974; 77(5): 619-649
- Foos RY, Simons KB. Vitreous in lattice degeneration of retina. *Ophthalmology* 1984; 91(5): 452-457
- Flaxel CJ, Adelman RA, Bailey ST, et al. Posterior vitreous detachment, retinal breaks, and lattice degeneration preferred practice pattern[®]. *Ophthalmology* 2020; 127(1): P146-P181
- Tsai CY, Hung KC, Wang SW, et al. Spectral-domain optical coherence tomography of peripheral lattice degeneration of myopic eyes before and after laser photocoagulation. *J Formos Med Assoc* 2019; 118(3): 679-685
- Chu RL, Pannullo NA, Adam CR, et al. Morphology of peripheral vitreoretinal interface abnormalities imaged with spectral domain optical coherence tomography. *J Ophthalmol* 2019; 2019: 3839168
- Murakami F, Ohba N. Genetics of lattice degeneration of the retina. *Ophthalmologica* 1982; 185(3): 136-140
- Sato K. Shunt formation in lattice degeneration and retinal detachment. A fluorescein angiographic study. *Mod Probl Ophthalmol* 1972; 10: 133-134
- Chen DZ, Koh V, Tan M, et al. Peripheral retinal changes in highly myopic young Asian eyes. *Acta Ophthalmol* 2018; 96(7): e846-e851
- Lai TY, Fan DS, Lai WW, et al. Peripheral and posterior pole retinal lesions in association with high myopia: a cross-sectional community-based study in Hong Kong. *Eye (Lond)* 2008; 22(2): 209-213
- Karlin DB, Curtin BJ. Peripheral chorioretinal lesions and axial length of the myopic eye. *Am J Ophthalmol* 1976; 81(5): 625-635
- Celorio J, Pruett RC. Prevalence of lattice degeneration and its relation to axial length in severe myopia. *Am J Ophthalmol* 1991; 111(1): 20-23
- Ogino N, Yamamoto R. Incidence of lattice degeneration and retinal break. II. Relation to myopia (author's transl). *Nippon Ganka Gakkai Zasshi* 1980; 84(1): 83-90
- World Health Organization. World report on vision. Geneva: World Health Organization 2019
- Grzybowski A, Kanclerz P, Tsubota K, et al. A review on the epidemiology of myopia in school children worldwide. *BMC Ophthalmol* 2020; 20(1): 27
- Lam DS, Fan DS, Chan WM, et al. Prevalence and characteristics of peripheral retinal degeneration in Chinese adults with high myopia: a cross-sectional prevalence survey. *Optom Vis Sci* 2005; 82(4):

235-238

- Bansal AS, Hubbard GB 3rd. Peripheral retinal findings in highly myopic children ≤ 10 years of age. *Retina* 2010; 30(4 Suppl): S15-S19
- 张海良, 李少军, 赵旭. 民航招飞体检中视网膜周边退行性变性的调查研究. *国际眼科杂志* 2020; 20(9): 1629-1632
- Byer NE. Changes in and prognosis of lattice degeneration of the retina. *Trans Am Acad Ophthalmol Otolaryngol* 1974; 78(2): OP114-125
- Everett WG. Bilateral retinal detachment and degenerations. *Trans Am Ophthalmol Soc* 1966; 64: 543-585
- Semes LP, Holland WC, Likens EG. Prevalence and laterality of lattice retinal degeneration within a primary eye care population. *Optometry* 2001; 72(4): 247-250
- Nguyen HTT, Hoang TT, Pham CM, et al. Prevalence and related factors of myopic retinopathy - a hospital-based cross-section study in Vietnam. *Clin Exp Optom* 2022[Epub ahead of prin]
- 霍银平, 王文战, 周利晓. 大学生近视眼周边视网膜变性调查. *中国学校卫生* 2013; 34(5): 572-574
- Zhang CX, He F, Li B, et al. Development of a deep-learning system for detection of lattice degeneration, retinal breaks, and retinal detachment in tessellated eyes using ultra-wide-field fundus images: a pilot study. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2021; 259(8): 2225-2234
- Stanga PE, Pastor-Idoate S, Reinstein U, et al. Navigated single-capture 3D and cross-sectional wide-field OCT of the mid and peripheral retina and vitreoretinal interface. *Eur J Ophthalmol* 2022; 32(3): 1642-1651
- 雷先明, 乔岗, 曹奎, 等. 超广角眼底成像技术在近视青少年视网膜病变筛查中的应用. *国际眼科杂志* 2019; 19(8): 1352-1356
- Tolentino FI, Lapus JV, Novalis G, et al. Fluorescein angiography of degenerative lesions of the peripheral fundus and rhegmatogenous retinal detachment. *Int Ophthalmol Clin* 1976; 16(1): 13-29
- Manjunath V, Taha M, Fujimoto JG, et al. Posterior lattice degeneration characterized by spectral domain optical coherence tomography. *Retina* 2011; 31(3): 492-496
- Mizuno H, Fukumoto M, Sato T, et al. Involvement of the retinal pigment epithelium in the development of retinal lattice degeneration. *Int J Mol Sci* 2020; 21(19): E7347
- Li J, Hui L, Kang QY, et al. Down-regulation of microRNA-27b promotes retinal pigment epithelial cell proliferation and migration by targeting Nox2. *Pathol Res Pract* 2018; 214(7): 925-933
- Regoli M, Tosi GM, Neri G, et al. The peculiar pattern of type IV collagen deposition in epiretinal membranes. *J Histochem Cytochem* 2020; 68(2): 149-162
- Matyushchenko AG, Budzinskaya MV, Petrachkov DV. Modern understanding of structural and biochemical characteristics of the vitreous in eyes with normal and increased axial length. *Vestnik Oftalmol* 2021; 137(4): 110-115
- Seider MI, Conell C, Melles RB. Complications of acute posterior vitreous detachment. *Ophthalmology* 2022; 129(1): 67-72
- Milani P, Montesano G, Rossetti L, et al. Vessel density, retinal thickness, and choriocapillaris vascular flow in myopic eyes on OCT angiography. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2018; 256(8): 1419-1427
- Zhao M, Lam AK, Ying MT, et al. Hemodynamic and morphological changes of the central retinal artery in myopic eyes. *Sci Rep* 2022; 12(1): 7104
- Meguro A, Ideta H, Ota M, et al. Common variants in the COL4A4 gene confer susceptibility to lattice degeneration of the retina. *PLoS One* 2012; 7(6): e39300
- Okazaki S, Meguro A, Ideta R, et al. Common variants in the COL2A1 gene are associated with lattice degeneration of the retina in a

Japanese population. *Mol Vis* 2019; 25: 843-850

38 Zhang T, Zuo YJ, Wei YT, *et al.* The prevalence and associations of peripheral retinopathy: baseline study of Guangzhou office computer workers. *J Ophthalmol* 2018; 2018: 2358690

39 霍银平. 大学生近视眼周边视网膜变性特征和屈光度及眼轴关系的研究. 郑州大学 2007

40 Av-Shalom A, Berson D, Blumenthal M, *et al.* Prevalence of myopia in africans. survey in Monrovia and Dar es salaam. *Am J Ophthalmol* 1967; 63(6): 1728-1731

41 Yura T. The relationship between the types of axial elongation and the prevalence of lattice degeneration of the retina. *Acta Ophthalmol Scand* 1998; 76(1): 90-95

42 Gupta S, Gogia V, Jose C, *et al.* Peripheral retinal degenerations and rhegmatogenous detachment in primary congenital glaucoma. *Retina* 2016; 36(1): 188-191

43 Oztas Z, Akkin C, Ismayilova N, *et al.* The importance of the peripheral retina in patients with central serous chorioretinopathy. *Retina* 2018; 38(3): 578-584

44 Boothe M, Morris R, Robin N. Stickler syndrome: a review of clinical manifestations and the genetics evaluation. *J Pers Med* 2020; 10(3): 105

45 Esfandiari H, Ansari S, Mohammad-Rabei H, *et al.* Management

strategies of ocular abnormalities in patients with Marfan syndrome: current perspective. *J Ophthalmic Vis Res* 2019; 14(1): 71-77

46 Koçak N, Kaya M, Öztürk T, *et al.* Demarcation laser photocoagulation for subclinical retinal detachment: can progression to retinal detachment Be prevented? *Turk J Ophthalmol* 2019; 49(6): 342-346

47 Kumar V, Surve A, Kumawat D, *et al.* Ultra-wide field retinal imaging: a wider clinical perspective. *Indian J Ophthalmol* 2021; 69(4): 824-835

48 Ulfik-Dembska K, Teper S, Dembski M, *et al.* Peripheral retinal degenerations and idiopathic epiretinal membrane: analysis with ultra-wide-field scanning laser ophthalmoscopy. *J Clin Med* 2021; 10(17): 3876

49 Kurobe R, Hirano Y, Ogura S, *et al.* Ultra-widefield swept-source optical coherence tomography findings of peripheral retinal degenerations and breaks. *Clin Ophthalmol* 2021; 15: 4739-4745

50 Ludwig CA, Moon J, Garg I, *et al.* Ultra-widefield imaging for evaluation of the myopic eye. *Semin Ophthalmol* 2021; 36(4): 185-190

51 Lee WW, Muni RH. Single-capture ultra-widefield guided swept-source optical coherence tomography in the management of rhegmatogenous retinal detachment and associated peripheral vitreoretinal pathology. *Br J Ophthalmol* 2022[Epub ahead of print]