

# 2型糖尿病患者眼轴长度与糖尿病视网膜病变的相关性分析

何润田<sup>1,2</sup>, 冯 浩<sup>2</sup>, 丁天娇<sup>2</sup>, 毛一恒<sup>2</sup>

引用:何润田,冯浩,丁天娇,等. 2型糖尿病患者眼轴长度与糖尿病视网膜病变的相关性分析. 国际眼科杂志 2023; 23(11): 1915-1919

作者单位:<sup>1</sup>(272067)中国山东省济宁市,济宁医学院;  
<sup>2</sup>(272011)中国山东省济宁市第一人民医院眼科

作者简介:何润田,在读硕士研究生,研究方向:白内障及视网膜疾病。

通讯作者:冯浩,毕业于山东大学,硕士,主任医师,硕士研究生导师,研究方向:白内障及视网膜疾病. 18678769818@163.com

收稿日期:2023-05-14 修回日期:2023-09-28

## 摘要

目的:探讨2型糖尿病患者眼轴长度与糖尿病视网膜病变(DR)的相关性。

方法:横断面研究。选取2023-01/05期间在济宁市第一人民医院眼科住院的2型糖尿病患者53例104眼,其中2例为独眼患者只纳入1眼,其余患者均双眼入组。根据是否有眼底病变分为无糖尿病视网膜病变(NDR)组32眼和DR组72眼,DR组患者根据眼底病变程度分为非增殖型糖尿病视网膜病变(NPDR)组27眼和增殖型糖尿病视网膜病变(PDR)组45眼。将DR组患者眼轴长度按照四分位法分为四组:20.00~22.09mm组19眼,22.10~22.70mm组17眼;22.71~23.12mm组18眼;23.13~24.48mm组18眼。采用二元Logistic回归分析影响DR、PDR发生的因素。

结果:经二元Logistic回归分析后显示,眼轴长度、年龄均是影响DR和PDR发生的因素(眼轴长度:OR=0.296,95%CI:0.130~0.672,P<0.05;OR=0.237,95%CI:0.076~0.736,P<0.05;年龄:OR=0.949,95%CI:0.907~0.994,P<0.05;OR=0.879,95%CI:0.820~0.942,P<0.05)。眼轴为23.13~24.48mm组患者PDR患病风险较眼轴为20.00~22.09mm组降低(OR=0.057;95%CI:0.006~0.515,P=0.011)。

结论:2型糖尿病患者眼轴越长,糖尿病患者越不容易出现DR,同时DR也越不容易进展为PDR,长眼轴是DR的保护性因素。

关键词:2型糖尿病;眼轴长度;糖尿病视网膜病变

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2023.11.29

## Analysis of the correlation between the axial length and diabetic retinopathy in patients with type 2 diabetes mellitus

Run-Tian He<sup>1,2</sup>, Jie Feng<sup>2</sup>, Tian-Jiao Ding<sup>2</sup>, Yi-Heng Mao<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jining Medical University, Jining 272067, Shandong Province,

China; <sup>2</sup>Department of Ophthalmology, Jining No. 1 People's Hospital, Jining 272011, Shandong Province, China

Correspondence to: Jie Feng. Department of Ophthalmology, Jining No.1 People's Hospital, Jining 272011, Shandong Province, China. 18678769818@163.com

Received:2023-05-14 Accepted:2023-09-28

## Abstract

• AIM: To investigate the correlation between axial length and diabetic retinopathy (DR) in patients with type 2 diabetes mellitus.

• METHODS: This study is a cross-sectional study. A total of 53 cases (104 eyes) of type 2 diabetes patients who admitted to the ophthalmology department of the Jining No.1 People's Hospital between January and May 2023 were included. Among these cases, 51 patients had both eyes included, while 2 patients had only one eye included. The patients were divided into two groups based on the presence or absence of fundus lesions. The non-diabetic retinopathy (NDR) group consisted of 32 eyes, and the DR group consisted of 72 eyes. Within the DR group, the patients were further categorized based on the severity of fundus lesions. The non-proliferative diabetic retinopathy (NPDR) group comprised of 27 eyes, and the proliferative diabetic retinopathy (PDR) group consisted of 45 eyes. The axial lengths of eyes in the DR group were divided into four groups using quartiles: 19 eyes in the 20.00~22.09 mm group, 17 eyes in the 22.10~22.70 mm group, 18 eyes in the 22.71~23.12 mm group, and 18 eyes in the 23.13~24.48 mm group. Binary Logistic regression analysis was employed to investigate the factors influencing the occurrence of DR and PDR.

• RESULTS: Binary Logistic regression analysis showed that both axial length and age significantly influenced the development of DR and PDR. (Axial length: OR=0.296, 95%CI:0.130~0.672, P<0.05; OR=0.237, 95%CI:0.076~0.736, P<0.05; age: OR=0.949, 95%CI:0.907~0.994, P<0.05; OR=0.879, 95%CI:0.820~0.942, P<0.05). The risk of PDR in the group with axial length of 23.13~24.48 mm was reduced compared to the group with axial length of 20.00~22.09 mm (OR=0.057; 95%CI: 0.006~0.515, P=0.011).

• CONCLUSION: The findings indicate that longer axial length in patients with type 2 diabetes are associated with a decreased risk of developing DR, as well as a reduced likelihood of DR progressing to PDR. Therefore, a long axial length can be considered a protective factor against DR.

• KEYWORDS: type 2 diabetes; axial length; diabetic retinopathy

**Citation:** He RT, Feng J, Ding TJ, et al. Analysis of the correlation between the axial length and diabetic retinopathy in patients with type 2 diabetes mellitus *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2023;23(11):1915-1919

## 0 引言

糖尿病视网膜病变(diabetic retinopathy, DR)是2型糖尿病患者常见的微血管并发症,是成年人严重和不可逆性视力丧失的主要原因之一。全世界的失明人群中,有1%是DR所致,目前2型糖尿病的患病率急剧增加,超过50%的2型糖尿病患者诊断后20a内发生DR<sup>[1-2]</sup>。鉴于DR对于2型糖尿病患者视力的严重损害,研究DR的影响因素并有效预防2型糖尿病患者视网膜病变的发生发展具有重要意义。近年来在临床上发现糖尿病合并高度近视患者DR发展程度较轻,高度近视似乎是DR发病的保护性因素,而眼轴长度的变化是主要原因<sup>[3-4]</sup>。本研究随机选取2型糖尿病患者53例104眼进行研究,以此分析2型糖尿病患者眼轴长度与DR的相关性。

## 1 对象和方法

**1.1 对象** 横断面研究。选取2023-01/05期间在济宁市第一人民医院眼科住院的2型糖尿病患者53例104眼,其中2例为独眼患者只纳入1眼,其余患者均双眼入组。纳入标准:(1)所有患者经内分泌科明确诊断为2型糖尿病;(2)患者自愿接受相关辅助检查,参照2002年国际临床分级标准分为:NDR组、NPDR组和PDR组。排除标准:(1)伴有其他眼部病变如青光眼、视网膜静脉阻塞、年龄相关性黄斑变性等可以导致眼底病变的疾病;(2)晶状体混浊严重无法检查眼底的患者;(3)具有浅前房、高眼压等无法完善眼底检查的患者;(4)全身情况不能允许或有认知障碍无法完成眼科检查者。所有患者均签署知情同意书,本研究获得医院伦理委员会批准

**1.2 方法** 采用标准对数视力表检查患者视力;使用裂隙灯显微镜检查眼前节;予以复方托吡卡胺滴眼液散瞳,采用裂隙灯显微镜前置镜或者超广角眼底照相检查眼底;非接触式眼压计测量眼压,3次测量取平均值;采用IOL Master测量眼轴长度及平均角膜曲率。

统计学分析:采用SPSS 21.0软件进行数据分析,计量资料以均数±标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,采用两样本独立 $t$ 检验;计数资料以构成比表示,采用 $\chi^2$ 检验;采用二元

Logistic回归分析影响因素; $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 纳入患者一般资料比较** 本研究共纳入2型糖尿病患者104眼,根据是否有眼底病变分为无糖尿病视网膜病变(NDR)组32眼和DR组72眼,DR组患者根据眼底病变程度分为非增殖型糖尿病视网膜病变(NPDR)组27眼和增殖型糖尿病视网膜病变(PDR)组45眼。

NDR组和DR组患者年龄、糖尿病病程、血肌酐、血红蛋白、眼轴比较差异均有统计学意义( $P < 0.05$ ),性别、BMI、糖化血红蛋白、空腹血糖、胆固醇、平均角膜曲率、眼压比较差异均无统计学意义( $P > 0.05$ ),见表1。NPDR组和PDR组患者年龄、眼轴、空腹血糖比较差异均有统计学意义( $P < 0.05$ ),性别、BMI、糖化血红蛋白、胆固醇、平均角膜曲率、眼压、血红蛋白、血肌酐比较差异均无统计学意义( $P > 0.05$ ),见表2。

**2.2 Logistic回归分析影响DR的因素** 以糖尿病患者是否患有DR为因变量,将年龄、糖尿病病程、血肌酐、血红蛋白、眼轴长度作为自变量进行二元Logistic回归分析。Logistic回归分析结果显示,年龄小( $OR = 0.949$ ; 95%  $CI$ : 0.907~0.994)、眼轴较短( $OR = 0.296$ ; 95%  $CI$ : 0.130~0.672)、糖尿病病程长( $OR = 1.096$ ; 95%  $CI$ : 1.011~1.187)、血红蛋白水平低( $OR = 0.960$ ; 95%  $CI$ : 0.928~0.993)是DR的危险因素( $P < 0.05$ ),见表3。

**2.3 Logistic回归分析影响PDR的因素** 以DR患者是否为PDR为因变量,将年龄、眼轴、空腹血糖作为自变量进行二元Logistic回归分析。Logistic回归分析结果显示,年龄小( $OR = 0.879$ ; 95%  $CI$ : 0.820~0.942)、眼轴较短( $OR = 0.237$ ; 95%  $CI$ : 0.076~0.736)是PDR的危险因素( $P < 0.05$ ),见表4。

**2.4 不同眼轴长度对PDR发生的影响** 将DR组患者眼轴长度按照四分位法分为4组:20.00~22.09mm组19眼,22.10~22.70mm组17眼;22.71~23.12mm组18眼;23.13~24.48mm组18眼。以DR患者是否为PDR为因变量,自变量为不同眼轴长度,纳入上述回归模型,结果显示,在模型2(校正年龄、空腹血糖后)中,眼轴为23.13~24.48mm组PDR患病风险较眼轴为20.00~22.09mm组降低,差异有统计学意义( $OR = 0.057$ ; 95%  $CI$ : 0.006~0.515,  $P = 0.011$ ),见表5。

表1 NDR组和DR组患者一般资料比较

指标	NDR组(32眼)	DR组(72眼)	$t/\chi^2$	$P$
性别(男/女,眼)	19/13	35/37	0.569	0.451
年龄( $\bar{x} \pm s$ ,岁)	67.06±10.41	59.5±12.05	3.075	0.003
平均角膜曲率( $\bar{x} \pm s$ ,D)	44.24±1.28	44.35±1.45	-0.370	0.712
BMI( $\bar{x} \pm s$ ,kg/m <sup>2</sup> )	25.80±2.74	25.22±3.62	0.808	0.421
糖尿病病程( $\bar{x} \pm s$ ,a)	8.80±5.59	13.00±8.55	-2.978	0.004
糖化血红蛋白( $\bar{x} \pm s$ ,%)	7.51±1.30	7.27±1.22	0.884	0.379
空腹血糖( $\bar{x} \pm s$ ,mmol/L)	6.79±1.28	6.43±1.78	1.034	0.303
胆固醇( $\bar{x} \pm s$ ,mmol/L)	4.28±1.09	4.24±1.05	0.206	0.837
血肌酐( $\bar{x} \pm s$ , $\mu$ mol/L)	70.71±14.07	119.74±174.46	-2.367	0.021
血红蛋白( $\bar{x} \pm s$ ,g/L)	144.91±9.49	129.89±20.44	5.116	<0.001
眼压( $\bar{x} \pm s$ ,mmHg)	16.47±1.85	16.79±5.28	-0.460	0.647
眼轴( $\bar{x} \pm s$ ,mm)	23.16±0.63	22.6±0.89	3.219	0.002

表2 NPDR组和PDR组患者一般资料比较

指标	NPDR组(27眼)	PDR组(45眼)	$t/\chi^2$	$P$
性别(男/女,眼)	11/16	24/21	1.071	0.310
年龄( $\bar{x}\pm s$ ,岁)	67.44±10.56	54.73±10.31	5.019	<0.001
平均角膜曲率( $\bar{x}\pm s$ ,D)	44.05±1.77	44.54±1.20	-1.271	0.211
BMI( $\bar{x}\pm s$ ,kg/m <sup>2</sup> )	25.48±3.29	25.06±3.83	0.478	0.634
糖尿病病程( $\bar{x}\pm s$ ,a)	14.67±9.72	12.00±7.71	1.287	0.202
糖化血红蛋白( $\bar{x}\pm s$ ,%)	7.41±1.03	7.19±1.33	0.744	0.459
空腹血糖( $\bar{x}\pm s$ ,mmol/L)	7.03±1.32	6.07±1.93	2.275	0.026
胆固醇( $\bar{x}\pm s$ ,mmol/L)	4.03±0.94	4.36±1.10	-1.285	0.203
血肌酐( $\bar{x}\pm s$ , $\mu$ mol/L)	124.10±217.84	117.12±145.09	0.163	0.871
血红蛋白( $\bar{x}\pm s$ ,g/L)	129.07±23.79	130.38±18.42	-0.244	0.808
眼压( $\bar{x}\pm s$ ,mmHg)	15.74±4.58	17.42±5.61	-1.316	0.192
眼轴( $\bar{x}\pm s$ ,mm)	22.99±0.78	22.37±0.88	3.010	0.004

表3 Logistic回归分析影响DR的因素

指标	偏回归系数	偏回归系数标准误	$P$	OR	95% CI
年龄	-0.052	0.023	0.026	0.949	0.907~0.994
糖尿病病程	0.091	0.041	0.025	1.096	1.011~1.187
血肌酐	0.002	0.004	0.655	1.002	0.994~1.009
血红蛋白	-0.041	0.017	0.018	0.960	0.928~0.993
眼轴	-1.219	0.419	0.004	0.296	0.130~0.672

表4 Logistic回归分析影响PDR的因素

指标	偏回归系数	偏回归系数标准误	$P$	OR	95% CI
年龄	-0.129	0.035	<0.001	0.879	0.820~0.942
眼轴	-1.441	0.579	0.013	0.237	0.076~0.736
空腹血糖	-0.029	0.173	0.865	0.971	0.692~1.364

表5 不同眼轴长度对PDR发生的影响

分组	眼数	模型1		模型2*	
		OR(95%CI)	$P$	OR(95%CI)	$P$
20.00~22.09mm组	19	1.000(Ref)	-	1.000(Ref)	-
22.10~22.70mm组	17	0.268(0.056~1.283)	0.099	0.229(0.032~1.620)	0.140
22.71~23.12mm组	18	0.295(0.062~1.395)	0.124	0.128(0.016~1.042)	0.055
23.13~24.48mm组	18	0.150(0.032~0.703)	0.016	0.057(0.006~0.515)	0.011
组间趋势		0.399(0.186~0.855)	0.018	0.225(0.07~0.688)	0.009

注:\* :校正年龄、空腹血糖。

### 3 讨论

糖尿病是一种可对全身血管系统都产生严重损害的疾病,DR是糖尿病患者严重的眼部并发症,糖尿病患者DR患病率在60~69岁达到峰值,并随着糖尿病的持续时间而急剧增加<sup>[5]</sup>;同时DR患者视网膜长期缺氧,血管内皮细胞以及血-视网膜屏障受到损伤,当DR进展到PDR时,视网膜出现新生血管,甚至诱发严重的新生血管性青光眼,导致治疗及其棘手,患者视力预后极差。因此研究DR的相关影响因素以有效预防2型糖尿病患者视网膜病变的发生发展具有重要意义。

近年来在临床上发现糖尿病合并高度近视患者DR发展程度较轻,甚至有的患者虽然有较长的糖尿病史,但也没有出现DR的表现,而没有近视的患者存在各期的DR表现,且PDR的患者超过了三分之一<sup>[6]</sup>。有研究表明,眼轴每增加1mm,DR患病率会降低19%<sup>[7]</sup>,DR患者

继发黄斑水肿行玻璃体切除术(PPV)后12mo,眼轴较长者拥有更好的最佳矫正视力,而且可以观察到IS/OS线<sup>[8]</sup>;一项荟萃分析显示,近视患者患有DR或者威胁视力的糖尿病视网膜病变(VTDR)的风险降低,而眼轴的增长在这种现象中起着重要作用<sup>[9]</sup>。本次研究结果也显示,相比于眼轴较短者,长眼轴糖尿病患者患有DR以及PDR的风险显著降低,即长眼轴是DR的保护性因素。

然而在这方面具体的生物学机制并不明确,可能的解释有以下几点:(1)糖尿病患者其视网膜血流似乎处于一种异常高灌注状态<sup>[10]</sup>,异常高灌注压会导致视网膜血管压力升高,导致血管扩张、渗漏、出血以及破裂<sup>[11]</sup>。但眼轴的增长导致了视网膜变薄,视网膜血管直径变窄<sup>[12]</sup>,视网膜血流量以及脉络膜循环血流量降低,从而缓解了糖尿病患者视网膜异常的高灌注状态所造成的损害。(2)DR患者的视网膜氧摄取量减少<sup>[2]</sup>,视网膜处于一种缺血缺氧的

状态, Pechauer 等<sup>[13]</sup>发现视网膜血流量随着 DR 的发展有逐渐减少的趋势, Ueno 等<sup>[14]</sup>也发现 DR 患者的视网膜血管管壁增厚, 而管径变窄, 血流量减少, 视网膜缺血缺氧进一步导致 DR 发展。眼球长度增加拉伸视网膜、脉络膜和巩膜<sup>[15]</sup>, 从而导致脉络膜等组织的变薄、萎缩, 如视网膜的神经节细胞减少, 神经纤维层变薄等<sup>[16-17]</sup>, 视网膜耗氧变低<sup>[18]</sup>, 同时氧气也更易透过变薄的视网膜。(3) 眼轴增长, 后巩膜扩张, 玻璃体腔容积增大, 玻璃体液化发生早, 随着年龄的增长很容易导致玻璃体后脱离(PVD)。有研究发现完全性 PVD 能够延缓 NPDR 出现新生血管以及向 PDR 进展的倾向<sup>[19-20]</sup>, 这可能是完全性 PVD 使得视网膜新生血管失去了形成的必要条件, 即缺少了新生血管蔓延生长的纤维支架, 使得新生血管大范围生长比较困难; 而且完全性 PVD 导致已脱离的玻璃体胶体缩至玻璃体腔的前中部, 贴附于视网膜表面的玻璃体胶体前移, 房水更易于接触缺氧的视网膜, 一定程度上改善了视网膜的缺氧状态<sup>[21]</sup>。(4) 目前的研究表明血管内皮生长因子(VEGF)浓度和眼轴长度呈负相关<sup>[22-24]</sup>。增长的眼球导致眼内容积增大, 前房和玻璃体腔中的 VEGF 可能被稀释<sup>[22]</sup>, 并且视网膜随着轴向伸长而变薄, 缺血缺氧缓解的视网膜产生的 VEGF 也减少。

同时本研究还显示, 年龄在 DR 发生发展中也具有重要作用, 年龄小是 DR、PDR 的危险因素。这一点与既往研究类似, 有研究发现, 在年龄较小时诊断出的 2 型糖尿病患者似乎更容易患 DR<sup>[25]</sup>, 在 Liu 等<sup>[26]</sup>研究中也表明, 年龄较小是 DR 的危险因素, 年龄较大似乎是 DR 的保护性因素, 其与较低的 DR 发病率相关。分析其可能的原因: (1) 年轻患者代谢旺盛, 通常具有广泛而活跃的纤维血管增生, 在进行玻璃体切除术等缓解 DR 进展的操作时也更易出血<sup>[27]</sup>, 炎症反应较年老患者强烈。(2) 年轻糖尿病患者较年老患者高血糖持续时间也 longer, 视网膜血管所受损害也较为严重, 所致 DR 严重程度较深。而且年轻患者比老年患者完全性 PVD 发生率更小, 因为他们的玻璃体视网膜黏附更强, 视网膜表面残存的玻璃体后皮层仍然牢固地附着在视网膜上以充当新生血管膜增殖的天然支架<sup>[28]</sup>。

不少研究发现糖尿病病程在 DR 的发生发展中有重要作用<sup>[29-31]</sup>, 龚莹莹等<sup>[29]</sup>发现糖尿病病程小于 5a 时, DR 患病率为 16.2%, 达到 20a 时 DR 患病率则高达 41.5%; Liu 等<sup>[26]</sup>对中国大陆的 13473 例糖尿病患者研究后同样发现糖尿病病程是 DR 的危险因素。本研究显示较长的糖尿病病程是 DR 的危险因素, 但在 NPDR 与 PDR 组别分析中, 两组之间糖尿病病程并无明显差异, 而且单因素分析显示 NPDR 组糖尿病病程长于 PDR 组, 我们考虑本研究出现这一现象的可能原因是: 患者眼轴在 DR 中的作用, NPDR 患者的长眼轴使得其即使具有较长的糖尿病病程, 眼底病变仍未进展到 PDR; 同时糖尿病病程对于 DR 的影响似乎也在线粒体有关, 有研究表明在线粒体单倍群 H 患者中, 糖尿病病程与 PDR 患病率相关, 而在 UK 型线粒体单倍群患者, 糖尿病病程并不是危险因素<sup>[32]</sup>; 而且有部分 PDR 患者平常并无监测血糖的习惯, 这部分患者在眼底出血影响视力后才发现自己患有糖尿病, 或许其在内分泌科就诊时对自身糖尿病病程回忆稍模糊。但糖尿病持续时间是 DR 不可忽视的重要危险因素, 对长糖尿病病程的患者要定期检查眼底, 关于眼轴以及线粒体 DNA 对

于糖尿病病程在 PDR 中的作用影响尚需进一步的研究, 同时也需要更多研究挖掘糖尿病病程在 PDR 中的作用。

空腹血糖及糖化血红蛋白等血糖控制情况指标也是影响 DR 发生发展的重要因素, 本研究显示, 单因素分析中空腹血糖及糖化血红蛋白值 NPDR 组均高于 PDR 组, 可能的原因是, 纳入本研究的患者均已在内分泌科确诊过糖尿病, 患者经过内分泌科专业的治疗以及教育后, 对于自身血糖及营养摄入的控制较为严格, 而且 PDR 患者控制血糖更为谨慎; 而其他相关研究纳入患者并未经过内分泌科系统诊治。

综上所述, 2 型糖尿病患者眼轴可以影响 DR 的发生发展, 眼轴越长, 糖尿病患者越不容易出现 DR, 同时 DR 也越不容易进展为 PDR。所以在临床上测量糖尿病患者眼轴有助于早期了解 DR 的发展程度并及时评估患者视网膜的状态。下一步可在扩大样本量的基础上进一步探究眼轴与 DR 之间的关系以及年龄因素在 DR 中的影响。

#### 参考文献

- 1 Stefanini FR, Badaró E, Falabella P, et al. Anti-VEGF for the management of diabetic macular edema. *J Immunol Res* 2014;2014:1-8
- 2 Hommer N, Kallab M, Schlatter A, et al. Retinal oxygen metabolism in patients with type 2 diabetes and different stages of diabetic retinopathy. *Diabetes* 2022;71(12):2677-2684
- 3 Tayyab H, Ali Haider M, Ali Haider Bukhari Shaheed S. Axial myopia and its influence on diabetic retinopathy. *J Coll Physicians Surg Pak* 2014;24(10):728-731
- 4 杨凯博, 胡悦东, 刘磊, 等. 眼轴长度与糖尿病视网膜病变及其黄斑水肿相关研究. *中国实用眼科杂志* 2015;33(5):517-522
- 5 Song PG, Yu JY, Chan KY, et al. Prevalence, risk factors and burden of diabetic retinopathy in China: a systematic review and meta-analysis. *J Glob Health* 2018;8(1):010803
- 6 胡庆华, 胡敏, 雷澄. 变性性近视与糖尿病视网膜病变的相关性. *国际眼科杂志* 2014;14(5):948-949
- 7 Wang Q, Wang YX, Wu SL, et al. Ocular axial length and diabetic retinopathy: the Kailuan eye study. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2019;60(10):3689
- 8 Wakabayashi Y, Kimura K, Muramatsu D, et al. Axial length as a factor associated with visual outcome after vitrectomy for diabetic macular edema. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2013;54(10):6834-6840
- 9 Wang X, Tang LS, Gao L, et al. Myopia and diabetic retinopathy: a systematic review and meta-analysis. *Diabetes Res Clin Pract* 2016;111:1-9
- 10 安建斌, 韩瑶, 张彤迪. 糖尿病视网膜病变各期血流动力学研究. *眼科研究* 2005;23(1):79-82
- 11 Quigley M, Cohen S. A new pressure attenuation index to evaluate retinal circulation. A link to protective factors in diabetic retinopathy. *Arch Ophthalmol* 1999;117(1):84-89
- 12 Shimada N, Ohno-Matsui K, Harino S, et al. Reduction of retinal blood flow in high myopia. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2004;42(4):284-288
- 13 Pechauer AD, Hwang TS, Hagag AM, et al. Assessing total retinal blood flow in diabetic retinopathy using multiplane en face Doppler optical coherence tomography. *Br J Ophthalmol* 2018;102(1):126-130
- 14 Ueno Y, Iwase T, Goto K, et al. Association of changes of retinal vessels diameter with ocular blood flow in eyes with diabetic retinopathy. *Sci Rep* 2021;11(1):4653
- 15 Al-Sheikh M, Phasukkijwatana N, Dolz-Marco R, et al. Quantitative OCT angiography of the retinal microvasculature and the choriocapillaris in myopic eyes. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2017;58(4):2063-2069
- 16 范圆媛, 谢平, 胡仔仲. OCT 测量黄斑区神经节细胞复合体厚度在高度近视眼中的应用进展. *眼科学报* 2023;38(3):274-286

17 王军花, 梅艳, 李柳. 高度近视黄斑不同区域 RNFL 厚度特点及其与屈光度、眼轴、血流密度的关系. 重庆医学 2023;52(4):518-522

18 王建仓, 王会芳, 苏鸣, 等. 屈光不正与糖尿病视网膜病变的相关性研究. 河北医药 2013;35(7):983-985

19 Akiba J, Arzabe CW, Trempe CL. Posterior vitreous detachment and neovascularization in diabetic retinopathy. *Ophthalmology* 1990;97(7):889-891

20 de Smet MD, Gad Elkareem AM, Zwinderman AH. The vitreous, the retinal interface in ocular health and disease. *Ophthalmologica* 2013;230(4):165-178

21 余杨桂, 王燕, 李志英, 等. 玻璃体后脱离与糖尿病视网膜病变的关系. 中国中医眼科杂志 1999;1:17-19

22 Sawada O, Miyake T, Kakinoki M, et al. Negative correlation between aqueous vascular endothelial growth factor levels and axial length. *Jpn J Ophthalmol* 2011;55(4):401-404

23 Zhang F, Chang P, Zhao Y, et al. A negative correlation of axial length with aqueous humor concentration of cytokines in patients with congenital cataracts. *Mol Vis* 2020;26:91-96

24 王坤, 万光明, 徐亚娟, 等. 糖尿病合并高度近视患者玻璃体中 VEGF 和 EPO 的表达及意义. 眼科新进展 2014;34(5):445-447

25 Middleton TL, Constantino MI, Molyneaux L, et al. Young-onset type 2 diabetes and younger current age: increased susceptibility to retinopathy in contrast to other complications. *Diabet Med* 2020;37(6):

991-999

26 Liu Y, Yang JR, Tao LY, et al. Risk factors of diabetic retinopathy and sight-threatening diabetic retinopathy: a cross-sectional study of 13 473 patients with type 2 diabetes mellitus in mainland China. *BMJ Open* 2017;7(9):e016280

27 Chen HJ, Wang CG, Dou HL, et al. Effect of intravitreal ranibizumab pretreatment on vitrectomy in young patients with proliferative diabetic retinopathy. *Ann Palliat Med* 2020;9(1):82-89

28 Ding YH, Yao BT, Hang H, et al. Multiple factors in the prediction of risk of recurrent vitreous haemorrhage after sutureless vitrectomy for non-clearing vitreous haemorrhage in patients with diabetic retinopathy. *BMC Ophthalmol* 2020;20(1):292

29 龚莹莹, 刘青, 邱威, 等. 糖尿病患者视网膜病变危险因素分析及其对眼前段生物学结构的影响. 国际眼科杂志 2020;20(7):1216-1221

30 Rajalakshmi R, Amutha A, Ranjani H, et al. Prevalence and risk factors for diabetic retinopathy in Asian Indians with young onset type 1 and type 2 diabetes. *J Diabetes Complications* 2014;28(3):291-297

31 卢佳琦, 李帅, 马桂巧, 等. 糖尿病视网膜病变相关危险因素分析及预测模型研究. 实用药物与临床 2023;26(6):504-508

32 Mitchell SL, Neining AC, Bruce CN, et al. Mitochondrial haplogroups modify the effect of diabetes duration and HbA1c on proliferative diabetic retinopathy risk in patients with type 2 diabetes. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2017;58(14):6481-6488