

# 晶状体混浊程度对糖尿病性白内障患者视网膜血氧饱和度的影响

李 婵<sup>1,2</sup>, 徐兆宏<sup>3</sup>, 隋永杰<sup>1</sup>, 李红艳<sup>1</sup>, 张桂侠<sup>1</sup>, 任 伟<sup>4</sup>

作者单位:(710068)中国陕西省西安市,陕西省人民医院<sup>1</sup>门诊健康体检中心;<sup>2</sup>眼科;<sup>4</sup>外科;<sup>3</sup>(714000)中国陕西省渭南市第二医院眼科

作者简介:李婵,毕业于西安交通大学医学院,本科,主治医师,研究方向:眼表疾病、视网膜疾病。

通讯作者:任伟,毕业于西安交通大学医学院,博士,主任医师。13991219091@163.com

收稿日期:2018-04-11 修回日期:2018-08-28

## Effect of lens opacity on retinal oxygen saturation in patients with diabetic cataract

Chan Li<sup>1,2</sup>, Zhao-Hong Xu<sup>3</sup>, Yong-Jie Sui<sup>1</sup>, Hong-Yan Li<sup>1</sup>, Gui-Xia Zhang<sup>1</sup>, Wei Ren<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Department of Physical Examination; <sup>2</sup>Department of Ophthalmology; <sup>4</sup>Department of Surgery, Shaanxi Provincial People's Hospital, Xi'an 710068, Shaanxi Province, China; <sup>3</sup>Department of Ophthalmology, The Second Hospital of Weinan, Weinan 714000, Shaanxi Province, China

**Correspondence to:** Wei Ren. Department of Surgery, Shaanxi Provincial People's Hospital, Xi'an 710068, Shaanxi Province, China. 13991219091@163.com

Received:2018-04-11 Accepted:2018-08-28

## Abstract

• **AIM:** To investigate the effect of crystal turbidity on retinal oxygen saturation in patients with diabetic cataract.

• **METHODS:** This was a cross-sectional study. Totally 68 patients with 68 eyes of diabetic cataract admitted to our hospital from June 2017 to December 2017 were selected as subjects. Retinal oximetry was used to measure the blood oxygen saturation of the retinal veins, veins, and their supraorbital, nasal, subnasal, and infraorbital branches. The objective scatter index (OSI) of the eye was measured by Visual Quality Analysis System II, and the degree of opacity of the lens was graded according to OSI.

• **RESULTS:** The blood oxygen saturation of the retinal artery and its branches in this group were 101.39% ± 10.84%, 106.19% ± 11.40%, 103.22% ± 10.91%, 102.36% ± 20.31%, and 101.29% ± 13.88%, respectively. The oxygen saturation of the retinal vein and its branches were 62.51% ± 8.95%, 66.37% ± 10.74%, 64.81% ± 8.97%, 58.37% ± 13.85%, and 58.66% ± 19.94%, respectively. The difference between arteriovenous oxygen saturation was 40.72% ± 12.08%. In this group of patients, 68 patients with 68 eyes had an OSI value of 4.21 ± 3.14. Among

them, 15 eyes were turbid at the first stage, 14 eyes were turbid at level 2, 23 eyes were turbid at level 3, and 16 eyes were turbid at level 4. Pearson correlation analysis showed that the retinal veins, veins and their branches were negatively correlated with OSI (both  $P < 0.01$ ). The difference in retinal arterial and venous oxygen saturation was positively correlated with OSI ( $P < 0.01$ ). There were significant differences in the blood oxygen saturation between the retinal veins, veins and their branches in patients with different degrees of lens opacity ( $P < 0.05$ ). The retinal arterial, venous and branch oxygen saturation of patients with opacity of lens 4 was significantly lower than that of patients with opacity of lens 1, 2, and 3, and the difference was statistically significant ( $P < 0.05$ ). There were no significant differences in blood oxygen saturation between the patients with opacity of lens 1, 2, and 3 ( $P > 0.05$ ). There was no significant difference in the difference of arteriovenous oxygen saturation between the patients with different degrees of lens opacity ( $P > 0.05$ ).

• **CONCLUSION:** In patients with diabetic cataract, when the degree of lens opacity is 1 to 3, the degree of abnormality of retinal blood oxygen metabolism is not obvious. When the degree of lens opacity reaches 4, the blood oxygen saturation of the retinal veins, veins and their branches will decrease.

• **KEYWORDS:** diabetic cataract; lens opacity; blood oxygen saturation measurement

**Citation:** Li C, Xu ZH, Sui YJ, *et al.* Effect of lens opacity on retinal oxygen saturation in patients with diabetic cataract. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2018;18(10):1843-1846

## 摘要

**目的:** 探讨晶状体混浊程度对糖尿病性白内障患者视网膜血氧饱和度的影响。

**方法:** 横断面研究。选择2017-06/12于我院入院就诊的糖尿病性白内障患者68例68眼作为研究对象,采用视网膜血氧饱和度测量仪测定视网膜动、静脉及其颞上、鼻上、鼻下、颞下分支血氧饱和度,通过视觉质量分析系统Ⅱ测量眼部客观散射指数(OSI),并根据OSI对晶状体混浊程度进行分级。

**结果:** 本组患者视网膜动脉及其分支血氧饱和度分别为101.39% ± 10.84%、106.19% ± 11.40%、103.22% ± 10.91%、102.36% ± 20.31%、101.29% ± 13.88%,视网膜静脉及其分支血氧饱和度分别为62.51% ± 8.95%、66.37% ± 10.74%、64.81% ± 8.97%、58.37% ± 13.85%、58.66% ± 19.94%,分别

58.66%±19.94%, 动静脉血氧饱和度差值为 40.72%±12.08%。本组患者 68 例 68 眼 OSI 值为 4.21±3.14, 其中晶状体 1 级混浊 15 眼, 2 级混浊 14 眼, 3 级混浊 23 眼, 4 级混浊 16 眼。Pearson 相关分析显示, 视网膜动、静脉及其分支与 OSI 呈负相关(均  $P<0.01$ ), 而视网膜动、静脉血氧饱和度差值与 OSI 呈正相关( $P<0.01$ )。不同晶状体混浊程度患者视网膜动、静脉及其分支血氧饱和度比较, 差异均有统计学意义( $P<0.05$ ), 其中晶状体 4 级混浊的患者视网膜动、静脉及其分支血氧饱和度均显著低于晶状体 1、2、3 级混浊的患者, 差异均有统计学意义( $P<0.05$ ), 而晶状体 1、2、3 级混浊的患者动、静脉及其分支血氧饱和度比较, 差异均无统计学意义( $P>0.05$ )。不同晶状体混浊程度患者视网膜动静脉血氧饱和度差值比较, 差异无统计学意义( $P>0.05$ )。

**结论:**糖尿病性白内障患者晶状体混浊程度为 1~3 级时, 视网膜血氧代谢异常程度不明显, 晶状体混浊程度达到 4 级则会导致患眼视网膜动、静脉及其分支血氧饱和度下降。

**关键词:**糖尿病性白内障;晶状体混浊;血氧饱和度测量  
DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2018.10.20

**引用:**李婵, 徐兆宏, 隋永杰, 等. 晶状体混浊程度对糖尿病性白内障患者视网膜血氧饱和度的影响. 国际眼科杂志 2018; 18(10):1843-1846

## 0 引言

视网膜是人体中可在活体中观察其内部血管分布及形态的组织结构, 同时也是眼部及全身性病变的重要窗口。大量研究显示, 青光眼、糖尿病患者视网膜中动静脉血氧饱和度与健康人群存在明显差异, 且视网膜血氧饱和度水平和视野指数间具有一定的相关性<sup>[1-2]</sup>。晶状体属于重要的屈光间质。以往多数研究证实, 眼部供血障碍、视网膜缺血、缺氧、氧自由基大量产生等因素对晶状体蛋白及上皮细胞造成损伤是引起晶状体混浊, 导致白内障等眼部疾病的重要因素<sup>[3]</sup>。许多眼底疾病可同时发生晶状体的不同程度混浊, 影响光线在眼组织中的传播, 进而影响视网膜动静脉血氧饱和度的测定结果, 最终影响眼部疾病的诊断结果<sup>[4-5]</sup>。临床中关于各类眼病与血氧饱和度相关性的研究较多, 但对于晶状体混浊程度对视网膜血氧饱和度的影响报道较少。本研究以不同程度晶状体混浊的糖尿病性白内障患者为研究对象, 测定并分析视网膜血氧饱和度与晶状体混浊程度的相关性, 以为临床诊疗提供参考。

## 1 对象和方法

**1.1 对象** 横断面研究。选择 2017-06/12 于我院入院就诊的糖尿病性白内障患者 68 例 68 眼作为研究对象, 其中男 32 例 32 眼, 女 36 例 36 眼; 年龄 42~85(平均 66.27±12.42)岁; 糖尿病病程 5~10(平均 7.12±1.03)a; 入院时最佳矫正视力(BCVA)0.2~1.0(平均 0.61±0.25), 眼压 9.11~20.75(平均 15.28±5.28)mmHg, 等效球镜度数 -4.00~+3.00(平均 -0.08±2.08)D; 糖尿病严重程度: 轻度 15 例(空腹血糖值 7.8~11.1mmol/L)、中度 21 例(空腹血糖值 >11.1~16.8mmol/L)、重度 24 例(空腹血糖值 >16.8~23.9mmol/L)、危象 8 例(空腹血糖值

>23.9mmol/L)。纳入标准:(1)年龄≥40岁;(2)符合糖尿病性白内障的诊断标准;(3)无散瞳检查禁忌证者。排除标准:(1)晶状体混浊程度严重致无法进行血氧饱和度测定;(2)糖尿病视网膜病变者;(3)合并高血压、甲状腺功能异常等全身性疾病者;(4)眼压高于 21mmHg 者;(5)近 3mo 内服用过影响机体代谢的药物者。本研究经本院伦理委员会审批通过, 患者及家属均知情同意, 自愿参与并签署知情同意书。

**1.2 方法** 所有患者均接受眼压、视力、裂隙灯显微镜等常规眼部检查, 采用视网膜血氧饱和度测量仪(Oxymap)测定视网膜血氧饱和度, 通过视觉质量分析系统 II (Visiometrics SL)测量眼部客观散射指数(OSI), 并根据 OSI 对晶状体混浊程度进行分级。

**1.2.1 血氧饱和度测定** 采用复方托吡卡胺滴眼液散瞳, 使瞳孔直径扩大至 6~8mm, 由同一检测师对患眼检测图像进行采集, 分别采集 50°以视盘为中心的图像 2 张(选取 1 张较为清晰的图像进行分析), 50°和 35°以黄斑为中心的图像各 1 张作为测量样片。采用血氧饱和度测量仪的配套软件从采集到的图像中提取血氧饱和度数据, 并进行分析。在图像中标识出视盘边界, 将视盘中心作为圆心, 分别以 1.5、3.0 个视盘直径做圆, 对两圆之间区域内的血管进行分析, 检测血氧饱和度。依据各个血管中氧血红蛋白含量进行着色(注意仅血管直径>50μm 时可被识别), 并加以显色, 静脉血管颜色接近于绿色, 动脉则呈现红色。血管选择必须符合以下条件:(1)血管长度>60 个像素值;(2)有分支的血管则选择其主血管;(3)有交叉的血管选择交叉前与视盘最近的血管。血管的检查顺序依次为动脉、静脉。象限血管的检查顺序依次为颞上、鼻上、鼻下、颞下。

**1.2.2 晶状体混浊程度** 在屈光矫正的前提下采用视觉质量分析系统 II 于暗室中对患者眼部 OSI 进行测量。原理:该系统可发出波长为 780nm 的电光源, 通过 CCD 照相机对视网膜上所成图像进行捕捉。外周环形 12-20 区域中光能量/中心 1 内峰值光强度, 即为 OSI 值, 连续测量 3 次取平均值。参考文献[6]对晶状体混浊程度进行分级:1 级混浊:OSI<1.0, 即晶状体基本透明;2 级混浊:1.0≤OSI<3.0, 即早期白内障;3 级混浊:3.0≤OSI<7.0, 即进展期白内障;4 级:OSI≥7.0, 即成熟期白内障。

统计学分析:本研究数据均采用 SPSS17.0 软件进行分析。计量资料采用  $\bar{x}\pm s$  表示, 多组间比较采用单因素方差分析, 组内两两比较采用 SNK- $q$  检验。相关性分析采用 Pearson 相关分析法和 Spearman 相关分析法。 $P<0.05$  则表示差异存在统计学意义。

## 2 结果

**2.1 血氧饱和度检测结果** 本组患者视网膜动脉血氧饱和度为 82.75%~120.42%(平均 101.39%±10.84%), 视网膜静脉血氧饱和度为 38.36%~85.63%(平均 62.51%±8.95%), 动静脉血氧饱和度差值为 28.37%~70.56%(平均 40.72%±12.08%)。视网膜动脉和静脉各象限分支血氧饱和度见表 1。

**2.2 晶状体混浊程度分级** 本组患者 68 例 68 眼, 患眼 OSI 值为 0.1~10.0(平均 4.21±3.14), 其中 1 级混浊 15 眼, 2 级混浊 14 眼, 3 级混浊 23 眼, 4 级混浊 16 眼。

表1 视网膜各象限动、静脉分支血氧饱和度检测结果 %

象限	动脉	静脉
颞上	86.32 ~ 123.51 (106.19±11.40)	37.94 ~ 87.75 (66.37±10.74)
鼻上	84.26 ~ 124.37 (103.22±10.91)	39.43 ~ 86.65 (64.81±8.97)
鼻下	81.48 ~ 120.22 (102.36±20.31)	32.76 ~ 81.55 (58.37±13.85)
颞下	80.82 ~ 119.73 (101.29±13.88)	33.64 ~ 80.96 (58.66±19.94)

表2 视网膜血氧饱和度与一般资料的相关性分析

血氧饱和度	年龄		眼压		等效球镜度数		糖尿病病程		糖尿病严重程度	
	r	P	r	P	r	P	r	P	r <sub>s</sub>	P
视网膜动脉	-0.082	0.623	-0.165	0.351	0.207	0.185	0.122	0.155	-0.153	0.406
颞上分支	-0.071	0.684	-0.148	0.392	0.211	0.205	0.215	0.151	-0.151	0.395
鼻上分支	-0.077	0.659	-0.153	0.370	0.206	0.195	0.201	0.162	-0.144	0.422
鼻下分支	-0.079	0.655	-0.175	0.364	0.202	0.187	0.188	0.168	-0.134	0.440
颞下分支	-0.081	0.646	-0.178	0.360	0.199	0.185	0.181	0.171	-0.125	0.338
视网膜静脉	-0.182	0.283	-0.189	0.296	0.316	0.102	0.224	0.157	-0.151	0.399
颞上分支	-0.174	0.269	-0.177	0.287	0.335	0.095	0.201	0.162	-0.147	0.411
鼻上分支	-0.179	0.274	-0.181	0.281	0.311	0.088	0.208	0.175	-0.142	0.418
鼻下分支	-0.205	0.428	-0.495	0.393	0.283	0.212	0.221	1.790	-0.139	0.439
颞下分支	-0.203	0.426	-0.192	0.391	0.281	0.211	0.231	0.186	-0.133	0.455
动静脉差值	0.195	0.232	0.141	0.417	-0.293	0.081	0.301	0.122	0.243	0.054

表3 不同晶状体混浊程度患者视网膜动脉及其分支血氧饱和度的比较 ( $\bar{x} \pm s, \%$ )

晶状体混浊程度	眼数	动脉	颞上	鼻上	鼻下	颞下
1级	15	104.86±5.66	110.21±6.37	107.55±6.42	106.15±7.75	105.34±9.39
2级	14	105.07±8.11	109.94±9.05	108.13±6.36	105.98±7.62	104.92±9.55
3级	23	101.42±7.63	104.73±8.29	103.82±6.61	102.93±9.24	100.89±8.06
4级	16	94.84±7.25	96.95±8.16	95.43±8.01	97.62±8.33	90.74±8.25
F		5.392	6.827	6.409	6.113	7.502
P		<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05

表4 不同晶状体混浊程度患者视网膜静脉及其分支血氧饱和度的比较 ( $\bar{x} \pm s, \%$ )

晶状体混浊程度	眼数	静脉	颞上	鼻上	鼻下	颞下
1级	15	68.52±9.13	71.35±9.42	70.95±8.68	66.69±10.15	66.39±9.64
2级	14	67.15±9.08	71.65±9.85	71.04±9.13	67.06±9.96	65.83±10.21
3级	23	63.34±12.01	66.37±11.67	63.96±13.25	57.77±12.38	58.33±12.54
4级	16	57.66±13.74	60.48±12.92	59.36±12.98	52.42±13.08	55.75±8.25
F		8.203	7.861	7.386	9.723	8.926
P		<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05

### 2.3 视网膜血氧饱和度与一般资料的相关性分析

Pearson 相关分析表明,视网膜动脉及其分支血氧饱和度和、视网膜静脉及其分支血氧饱和度、视网膜动静脉血氧饱和度差值与患者年龄、眼压、等效球镜度数、糖尿病病程均无相关性 ( $P>0.05$ ); Spearman 相关分析表明,视网膜动脉及其颞上、鼻上、鼻下、颞下分支血氧饱和度、视网膜静脉及其分支血氧饱和度、视网膜动静脉血氧饱和度差值与糖尿病严重程度均无相关性 ( $P>0.05$ ),见表2。

**2.4 视网膜血氧饱和度与 OSI 的相关性分析** Pearson 相关分析表明,视网膜动脉及其颞上、鼻上、鼻下、颞下分支与 OSI 呈明显负相关 ( $r = -0.587, -0.623, -0.604, -0.601, -0.598$ , 均  $P<0.01$ ), 静脉及颞上、鼻上、鼻下、颞下其分支与 OSI 亦呈负相关 ( $r = -0.522, -0.603,$

$-0.569, -0.495, -0.501$ , 均  $P<0.01$ ), 而视网膜动静脉血氧饱和度差值与 OSI 呈正相关 ( $r = 0.326, P<0.01$ )。

### 2.5 不同晶状体混浊程度患者视网膜血氧饱和度的比较

不同晶状体混浊程度患者视网膜动脉及其分支、视网膜静脉及其分支血氧饱和度比较,差异均有统计学意义 ( $P<0.05$ )。晶状体4级混浊的患者视网膜动脉及其分支、静脉及其分支血氧饱和度均显著低于晶状体1、2、3级混浊的患者,差异均有统计学意义 ( $P<0.05$ ), 而晶状体1、2、3级混浊的患者动脉及其分支、静脉及其分支血氧饱和度比较,差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ )。晶状体混浊程度1、2、3、4级患者视网膜动静脉血氧饱和度差值分别为  $39.67\% \pm 9.29\%$ 、 $40.54\% \pm 7.85\%$ 、 $45.58\% \pm 7.62\%$ 、 $47.63\% \pm 13.66\%$ , 差异无统计学意义 ( $F = 2.148, P>0.05$ ), 见表3、4。

### 3 讨论

白内障是眼科常见疾病之一。刘晓鹏等<sup>[7]</sup>对佛山地区50岁以上群体进行流行病学调查发现,4 539名受检者中发生白内障者641例,发病率达14.12%。多项临床报道显示,白内障发病率与年龄呈明显正相关,年龄 $\geq 80$ 岁人群中白内障发病率高达60.47%<sup>[8]</sup>。

人体中视网膜对氧的需求量最高,而光感受器是视网膜中氧需求量最高的组织。陈斐斐等<sup>[9]</sup>对糖尿病患者(71例71眼)和健康对照者(91例91眼)视网膜动静脉血氧饱和度进行测量,结果发现,糖尿病患者视网膜血氧饱和度明显高于健康对照者,且视网膜静脉颞上、颞下分支血氧饱和度明显高于健康对照者,而鼻下分支则明显低于健康对照者;糖尿病患者视网膜动静脉血氧饱和度差值较健康对照组明显升高,提示视网膜血氧饱和度变化可作为眼底疾病诊断及严重程度评估的良好指标。

近年来,视网膜血氧饱和度测量仪作为一种实时、无创的检测手段,在眼底疾病的诊断中得到广泛应用。其可通过滤过器拍摄到586、605nm波长下的眼底图像,同时采用自身配套的计算机系统对所拍摄的眼底图像中的血管进行分析,获得视网膜血样信息。多项研究证实,视网膜血氧饱和度测量仪在测定视网膜血氧饱和度方面具有良好的重复性及一致性<sup>[10-12]</sup>。临床实践发现,白内障患者晶状体皮质混浊可发生于不同方位,进而对患眼局部视网膜血氧饱和度的测量造成影响,但目前临床中并未发现晶状体混浊程度与视网膜血氧饱和度具有直接关联性。临床中应用较多的晶状体混浊程度分级系统Ⅲ对白内障的评估具有较强的主观性,不同评估者对同一病例的评价结果可能存在一定差异,因此许多学者尝试通过测定视觉质量或晶状体密度等客观指标进行晶状体混浊程度的定量。本研究所用的视觉分析系统是依据点光源通过屈光间质后所出现的扩散情况对眼底散射状况进行定量分析的新型评价系统,该系统测量的OSI与晶状体混浊程度分级系统Ⅲ具有良好的相关性,故可对晶状体混浊程度进行较为客观的分级<sup>[13]</sup>。

本研究结果显示,本组患者视网膜血氧饱和度与患者年龄、眼压、等效球镜度数、糖尿病病程及严重程度均无明显相关性,排除了上述因素对患者视网膜血氧饱和度检测结果的影响,该结论与乐毅<sup>[14]</sup>和陈斐斐等<sup>[9]</sup>的研究结论一致。同时,我们发现随着患者晶状体混浊程度加剧,视网膜动、静脉及其分支血氧饱和度均出现明显下降趋势,其中视网膜静脉及其鼻下分支血氧饱和度下降更为明显,提示视网膜动静脉及其分支均存在血氧代谢异常,且随着晶状体混浊程度的加剧代谢异常现象越来越严重。与晶状体1、2级混浊患者相比,晶状体3、4级混浊患者的视网膜动、静脉及分支血氧饱和度下降更显著,但仅晶状体4级混浊患者血氧饱和度与其他级晶状体混浊程度患者间存在显著差异,提示轻度晶状体混浊患者视网膜血氧代谢异常现象不是很明显,随着病情加重,晶状体混浊程度分级增加,视网膜血氧代谢异常现象越来越明显。此外,随

着晶状体混浊程度程度的加重,视网膜动、静脉血氧饱和度差值略增大,该结果与伍蒙爱等<sup>[13]</sup>报道结果一致,表明视网膜从血液中摄取的氧增加,提示随着病情的加重,视网膜对氧的利用率降低。

综上所述,糖尿病性白内障患者晶状体混浊程度为1~3级时,视网膜血氧代谢异常程度不明显,晶状体混浊程度达到4级则会导致患眼视网膜动、静脉及其颞上、鼻上、鼻下及颞下分支血氧饱和度下降。由于受仪器设备及技术等因素限制,本研究仅对视网膜的主动静脉及颞上、鼻上、鼻下及颞下四个象限区域的主分支血管的血氧饱和度进行了分析,尚不能完全且准确地显示视网膜的全部血氧供应情况,在以后的研究中将进行更为全面细致的分析。

#### 参考文献

- 1 Ramm L, Jentsch S, Peters S, et al. Investigation of blood flow regulation and oxygen saturation of the retinal vessels in primary open-angle glaucoma. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2014; 252(11): 1803-1810
- 2 Štn M, Chrapek O, Karhanová M, et al. The effect of pars plana vitrectomy and nuclear cataract on oxygen saturation in retinal vessels, diabetic and non-diabetic patients compared. *Acta Ophthalmol* 2016; 94(1): 41-47
- 3 Chen H, Lin H, Chen W, et al. Preoperative and postoperative measurements of retinal vessel oxygen saturation in patients with different grades of cataracts. *Acta Ophthalmol* 2016; 95(6): 436-442
- 4 Bates MN, Bailey IL, Dimartino RB, et al. Lens Opacity and Hydrogen Sulfide in a New Zealand Geothermal Area. *Optom Vis Sci* 2017; 94(4): 487-495
- 5 崔龙江,董应丽,董道权. Nd:YAG激光切开术治疗人工晶状体眼增殖性后囊膜混浊的临床研究. *眼科新进展* 2013; 33(12): 1184-1185
- 6 Artal P, Benito A, Pérez GM, et al. An objective scatter index based on double-pass retinal images of a point source to classify cataracts. *PloS One* 2011; 6(2): e16823
- 7 刘晓鹏,李燕如,刘东玲,等. 佛山地区50岁及以上人群白内障患病情况的流行病学调查. *国际眼科杂志* 2016; 16(2): 323-326
- 8 张超,王陆飞,董宇晨,等. 糖尿病性白内障发病机制、流行病学与治疗的新进展. *中国老年学杂志* 2012; 32(5): 1082-1085
- 9 陈斐斐,钟鑫,段俊国. 糖尿病患者视网膜血管血氧饱和度变化研究. *眼科新进展* 2017; 37(7): 631-635
- 10 Tayyari F, Khuu LA, Flanagan JG, et al. Retinal Blood Flow and Retinal Blood Oxygen Saturation in Mild to Moderate Diabetic Retinopathy. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2015; 56(11): 6796-6800
- 11 Türksever C, Orgül S, Todorova MG. Reproducibility of retinal oximetry measurements in healthy and diseased retinas. *Acta Ophthalmol* 2015; 93(6): 439-445
- 12 Goharian I, Iverson SM, Ruiz RC, et al. Reproducibility of retinal oxygen saturation in normal and treated glaucomatous eyes. *Br J Ophthalmol* 2015; 99(3): 318-322
- 13 伍蒙爱,毛剑波,王君,等. 不同程度晶状体混浊对视网膜血氧饱和度测量结果的影响. *中华眼底病杂志* 2017; 33(6): 601-604
- 14 乐毅. 糖尿病性视网膜病变和Vogt-小柳原田综合征视网膜血管血氧饱和度的研究. 天津医科大学 2016