

客观视觉质量分析系统对白内障患者术后视力的预测效果

董登昊,陶露莎,陈爽,余鹏,徐华林,高铃,叶剑

引用:董登昊,陶露莎,陈爽,等. 客观视觉质量分析系统对白内障患者术后视力的预测效果. 国际眼科杂志 2021; 21(6): 1086-1090

作者单位:(400000)中国重庆市,陆军军医大学大坪医院眼科
作者简介:董登昊,陆军军医大学在读硕士研究生,研究方向:白内障。

通讯作者:叶剑,毕业于陆军军医大学,博士,教授,主任医师,博士研究生导师,主任,研究方向:白内障. yejian1979@163.com;高铃,毕业于陆军军医大学,博士,主治医师,研究方向:白内障. 846316856@qq.com

收稿日期:2020-01-09 修回日期:2021-04-23

摘要

目的:评估客观视觉质量分析系统(OQAS II)预测白内障患者术后视力的准确性。

方法:本研究为前瞻性研究,筛选2019-06/11期间于大坪医院眼科行手术治疗的白内障患者205例259眼,根据术前最佳矫正视力(BCVA)与100%模拟对比度视力(PVA100%)的相对大小将患者分为A、B两组:A组:PVA100%差于BCVA(145眼);B组:PVA100%优于或等于BCVA(114眼)。比较两组患者术后1mo视力提升情况。

结果:与术前BCVA相比,术后1mo BCVA提升达到2行或以上的,A组有112眼(77.2%),B组有93眼(81.6%),两组间视力提升2行或以上的人数比例无差异($P=0.394$)。A组患者视力平均改善幅度为0.3(0.2, 0.4)(LogMAR),B组患者视力平均改善幅度为0.4(0.2, 0.5)(LogMAR),两组间视力提升幅度有差异($P=0.001$)。A、B两组患者组内术前PVA100%与术后BCVA均无显著相关性($P=0.888, 0.304$)。对于术前合并眼部疾病的患者,术后视力提升幅度达到2行或以上的,A组有17眼(94.4%),B组有26眼(65.0%),两组间比较有差异($P=0.041$)。有眼部合并症的患者,A组平均视力提升幅度为0.3(0.2, 0.4)(LogMAR),B组为0.3(0.1, 0.5)(LogMAR),两组间比较无差异($P=0.597$)。

结论:根据PVA100%与BCVA的相对大小不足以准确预测白内障术后视力能否明显提升。对于术前眼部有合并症的白内障患者,如果术前PVA100%差于BCVA时,术后视力明显改善的可能性较大。PVA100%对于白内障术后视力的预测价值有待进一步的研究。

关键词:白内障;视力;客观视觉质量分析系统

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2021.6.30

Prediction on postoperative visual acuity of cataract patients by objective quality analysis system

Deng-Hao Dong, Lu-Sha Tao, Shuang Chen, Peng Yu, Hua-Lin Xu, Ling Gao, Jian Ye

Department of Ophthalmology, Daping Hospital, Army Medical University, Chongqing 400000, China

Correspondence to: Jian Ye. Department of Ophthalmology, Daping Hospital, Army Medical University, Chongqing 400000, China. yejian1979@163.com; Ling Gao. Department of Ophthalmology, Daping Hospital, Army Medical University, Chongqing 400000, China. 846316856@qq.com

Received:2021-01-09 Accepted:2021-04-23

Abstract

• AIM: To assess the accuracy of optical quality analysis system II (OQAS II) in predicting postoperative visual acuity of cataract patients.

• METHODS: Prospective study, patients underwent cataract surgery in Daping Hospital from June 2019 to November 2019 were recruited. According to predicted visual acuity 100% (PVA100%) and best corrected visual acuity (BCVA), patients were dichotomized into group A (PVA100% worse than BCVA, 145 eyes) and group B (PVA100% equal to or better than BCVA, 114 eyes). Visual acuity improvement was compared between the two groups 1mo after surgery.

• RESULTS: In group A, visual acuity of 112 eyes (77.2%) improved at least 2 lines. While in group B, 93 eyes (81.6%) improved at least 2 lines. There was no significant difference in visual acuity improvement ratio between the two groups ($P=0.394$). The average BCVA improvement of group A was 0.3 (0.2, 0.4) LogMAR, and that of group B was 0.4 (0.2, 0.5) LogMAR, revealed statistically significant differences ($P=0.001$). No significant correlation was found between preoperative PVA100% and postoperative BCVA in both of the two groups ($P=0.888, 0.304$). In patients combined with preoperative ocular comorbidity, 17 eyes (94.4%) in group A and 26 eyes (65.0%) in group B improved at least 2 lines with significant difference between the two groups ($P=0.041$). BCVA improved 0.3 (0.2, 0.4) LogMAR in group A and 0.3 (0.1, 0.5) LogMAR in group B, there was

no significant difference between the two groups ($P = 0.597$).

• **CONCLUSION:** The binary classification method based on the value of preoperative PVA100% and BCVA failed to accurately predict who shall benefit more from cataract surgery. In patients diagnosed with preoperative ocular comorbidity, BCVA is likely to be significantly improved if preoperative PVA100% were worse than BCVA. More data are needed to determine the clinical value of PVA100%.

• **KEYWORDS:** cataract; visual acuity; optical quality analysis system

Citation: Dong DH, Tao LS, Chen S, *et al.* Prediction on postoperative visual acuity of cataract patients by objective quality analysis system. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2021; 21 (6): 1086–1090

0 引言

白内障手术从最初的复明手术发展到如今的屈光性手术,患者对于术后视力的需求也越来越高。然而,对于患者术后视力的预测往往只能靠有经验的白内障医生依据患者术前检查结果进行综合判断,所得结果比较主观,对医生临床经验的要求也很高。如果判断偏差较大可能会影响医生对于手术的决策,甚至影响医患沟通效果。临床上已有多种设备用于预测白内障术后视力,如视网膜视力计^[1]、OCT^[2]、视觉电生理^[3]等,但是这些方法存在流程较繁琐、准确率不高、对患者的配合度要求较高等弊端^[1,4-5]。因此,临床上急需一种客观、易操作的方法来预测白内障患者术后视力。客观视觉质量分析系统(optical quality analysis system II, OQAS II)是一种基于双通道技术的客观检查设备^[6-7],目前已经广泛运用于屈光手术^[8]、眼表疾病^[9]、白内障^[10]、青光眼^[11]、眼底病^[12]等多种疾病的临床工作和科研中,但研究内容主要集中在视觉质量的对比^[13-15]。OQAS II所测得的模拟对比度视力(predicted visual acuity, PVA)是该设备在不同对比度下测得的视力(PVA100%、PVA20%、PVA9%),它是由调制传递函数截止频率除以 $30c/d$ 计算得出,其排除了神经影响,反映人眼在当前屈光介质条件下所能达到的视力^[16]。最佳矫正视力(best corrected visual acuity, BCVA)是患者在100%对比度下测得主觉视力,神经功能的损害会导致BCVA低于仅测量光学视力的PVA100%,因此认为PVA100%可能可以用于预测白内障患者的术后视力。目前国内外关于PVA100%预测白内障术后视力的相关临床研究较少。有国内学者指出,PVA100%可定性预测白内障术后视力,但其研究样本量较小且缺乏对比研究^[17]。本研究的目的是通过比较两组白内障患者术后最佳矫正视力的改善程度,探索PVA100%用于预测白内障术后视力的准确性。

1 对象和方法

1.1 对象 本研究为前瞻性研究,筛选2019-06/11期间在大坪医院眼科接受白内障超声乳化联合人工晶状体植入术的年龄相关性白内障患者,手术由同一位医生完成。本研究所有操作及流程均遵循了《赫尔辛基宣言》的要

求,并通过了大坪医院伦理委员会的伦理审查(医研伦审2019第19号),受试者术前签署手术同意书及知情同意书,同意将人口统计学资料及全身和眼部疾病情况资料用于研究。纳入标准:(1)年龄 >40 岁,性别不限;(2)诊断为年龄相关性白内障,拟行白内障手术治疗;(3)术前能完成OQAS II检查且客观散射指数(objective scatter index, OSI) ≥ 3 ;(4)术前等效球镜 $-10.00 \sim +5.00D$ 。排除标准:(1)除白内障以外,合并其他影响屈光间质的眼部疾病,如角膜瘢痕、翼状胬肉、圆锥角膜、玻璃体重度混浊等;(2)晶状体混浊程度较重,OQAS II无法测量;(3)白内障手术禁忌证如泪囊炎、急性结膜炎等;(4)术中并发症如后囊破裂、脉络膜上腔出血等;(5)术后并发症如眼内炎、人工晶状体异位等。共入组患者205例259眼。根据患者术前BCVA与PVA100%分为A、B两组:A组PVA100%差于BCVA,共145眼;B组PVA100%优于或等于BCVA,共114眼。

1.2 方法

1.2.1 术前检查 所有患者在术前接受常规检查及眼部专科查体,检查内容包括裸眼视力、BCVA、眼压、裂隙灯显微镜、散瞳眼底检查、IOL Master、眼部B超、角膜内皮显微镜、OQAS II、黄斑OCT等。其中,OQAS II检查于暗室条件下进行,球镜度数及 $-0.5D$ 以内的柱镜度数由OQAS II自动校正,高于 $-0.5D$ 的柱镜度数,根据主觉验光的检查结果外加柱镜予以矫正。将OQAS II能量光束直径设置为4mm,患者注视视标,检查过程中正常眨眼,每次OQAS II检查重复3次并取平均值。

1.2.2 手术处理 所有患者术前3d开始左氧氟沙星滴眼液(0.5%)点术眼,每日4次,用于预防感染。术前1h予以复方托吡卡胺滴眼液(10mL:25mg)充分散瞳。术前行盐酸奥布卡因滴眼液(20mL:80mg)表面麻醉术眼后,于11:00位及2:00位分别行透明角膜切口,前房注入黏弹剂,中央连续环形撕囊,水分离,超声乳化吸出核块,吸出残余皮质并抛光后囊,再次注入黏弹剂,植入人工晶状体于囊袋内,吸除残余黏弹剂,水密封口。术后20d内予以妥布霉素地塞米松滴眼液(5mL:15mg, 5mg)及普拉洛芬滴眼液(5mL:5mg)点术眼每日各4次。

1.2.3 术后检查 患者术后1wk常规复查。术后1mo患者再次接受视力、眼压、裂隙灯、最佳矫正视力及OQAS II检查。

1.2.4 评价方式 本研究定义术后BCVA较术前提升2行或以上的为视力提升明显;提升不足2行的为视力提升不明显^[18]。

统计学分析:使用SPSS22.0统计学软件进行数据分析,将小数视力转化为LogMAR视力[LogMAR = Log(1/VA)]表示,符合正态分布的计量资料用 $\bar{x} \pm s$ 表示,不符合正态分布的计量资料用 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示,计数资料使用率表示。分别计算两组患者中视力提升明显与不明显的比例,并用 χ^2 检验统计两组间的差异。两组平均视力提升幅度比较使用Mann-Whitney U检验。使用Mann-Whitney U检验分别比较两组患者术后BCVA与PVA100%之间的关系。另外,使用Spearman相关分析检验患者术前PVA100%与术后BCVA之间的关系。 $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

表1 两组患者术前基线资料

组别	眼数	年龄($\bar{x}\pm s$,岁)	性别(男,%)	有眼部合并症(%)	术前 BCVA [$M(P_{25}, P_{75}), \text{LogMAR}$]
A组	145	67.95±8.29	29.0	12.4	0.4(0.2,0.5)
B组	114	66.87±10.43	36.0	35.1	0.6(0.5,0.7)
$t/\chi^2/U$		0.907	1.436	18.880	2810.000
P		0.366	0.231	<0.05	<0.05

注:A组:PVA100%差于BCVA;B组:PVA100%优于或等于BCVA。

表2 两组患者术后1mo视力提升的比例 眼(%)

组别	眼数	视力提升 ≥ 2 行	视力提升<2行
A组	145	112(77.2)	33(22.8)
B组	114	93(81.6)	21(18.4)

注:A组:PVA100%差于BCVA;B组:PVA100%优于或等于BCVA。

表3 两组中术前有眼部合并症的患者术后1mo视力提升的比例 眼(%)

组别	眼数	视力提升 ≥ 2 行	视力提升<2行
A组	18	17(94.4)	1(5.6)
B组	40	26(65.0)	14(35.0)

注:A组:PVA100%差于BCVA;B组:PVA100%优于或等于BCVA。

2 结果

2.1 入组患者基线资料 本研究共纳入患者205例259眼,其中男66例,女139例,平均年龄 67.42 ± 9.33 岁。A组145眼,其中男42眼,女103眼。18眼有眼部合并症,其中青光眼8眼,黄斑前膜7眼,黄斑裂孔2眼,年龄相关性黄斑病变1眼;B组114眼,其中男41眼,女73眼。40眼有眼部合并症,其中青光眼4眼,黄斑前膜13眼,糖尿病视网膜病变9眼,黄斑裂孔7眼,年龄相关性黄斑病变6眼,弱视1眼。A、B两组患者术前平均年龄及性别比无显著差异,但两组患者眼部合并症比例及术前平均BCVA存在显著差异,见表1。

2.2 两组间术后视力明显提升的比例及视力提升幅度差异的比较 与术前视力相比,患者白内障术后1mo视力提升达到2行或以上的,A组有112眼(77.2%),B组有93眼(81.6%),两组间比较,差异无统计学意义($\chi^2 = 0.728, P = 0.394$,表2)。A组患者视力平均改善幅度为 $0.3(0.2, 0.4)$ (LogMAR),B组患者视力平均改善幅度为 $0.4(0.2, 0.5)$ (LogMAR),两组患者术后1mo视力提升幅度差异有统计学意义($U = 6212.500, P = 0.001$)。

2.3 两组术前有眼部合并症的患者术后视力明显提升的比例及视力提升幅度差异的比较 对于两组中术前合并有其他眼部疾病的患者,A组有17眼(94.4%)术后视力提升幅度达到2行或以上,B组有26眼(65.0%)术后视力提升幅度达到2行及以上,校正 χ^2 检验结果显示:两组间术后视力提升2行及以上的患者比例差异有统计学意义($\chi^2 = 4.183, P = 0.041$,表3),这说明对于术前有眼部合并症的白内障患者,术前PVA100%差于BCVA时,术后更可能获得明显的视力提升。A组有眼部合并症的患者视力平均提升幅度为 $0.3(0.2, 0.4)$ (LogMAR),B组有眼部合并症的患者视力平均提升幅度为 $0.3(0.1, 0.5)$

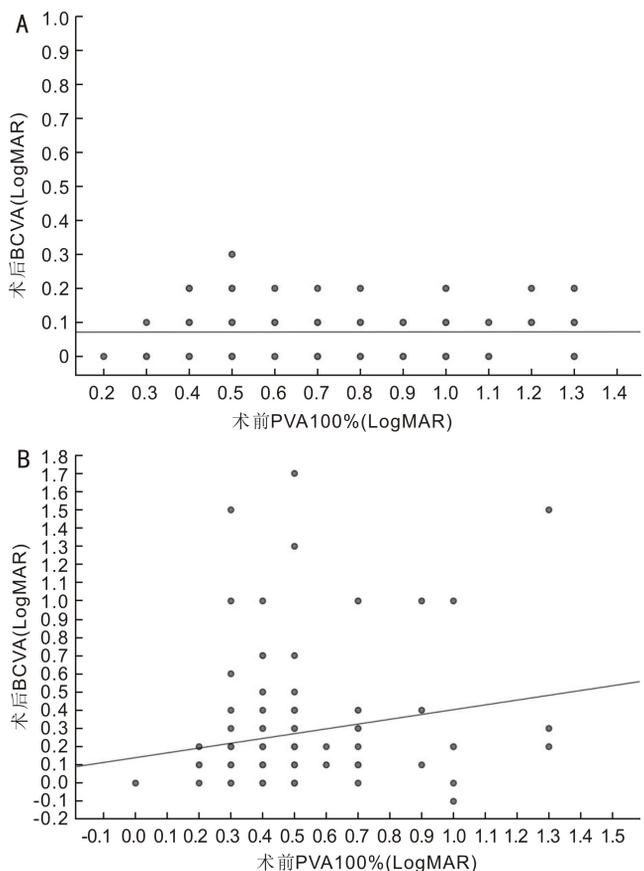


图1 两组患者术前PVA100%与术后BCVA之间的相关性 A:A组;B:B组。

(LogMAR),Mann-Whitney U 秩和检验结果:两组术前合并有眼部疾病的患者,术后1mo视力提升幅度差异无统计学意义($U = 329.000, P = 0.597$)。

2.4 患者术后BCVA与术后PVA100%的差异 A组患者术后平均BCVA为 $0.1(0.0, 0.1)$,平均PVA100%为 $0.0(0.0, 0.2)$,两组间差异无统计学意义($U = 10087.500, P = 0.536$);而B组患者术后平均BCVA为 $0.2(0.1, 0.3)$,平均PVA100%为 $0.1(-0.1, 0.2)$,两者间差异有统计学意义($U = 4868.000, P = 0.001$)。这表明在A组术后PVA100%与术后BCVA基本相符,但B组术后PVA100%会高估患者的视力。

2.5 患者术前PVA100%与术后BCVA之间的相关性 Spearman相关分析结果显示:A组患者术前PVA100%与术后BCVA无相关性($r_s = 0.012, P = 0.888$,图1A),B组术前PVA100%与术后BCVA无相关性($r_s = 0.097, P = 0.304$,图1B)。

3 讨论

术前较为准确地预测白内障患者术后视力对于手术方式的选择、人工晶状体型号的选择以及术前的医患沟通

都有重要意义。目前用于预测白内障术后视力的方法主要有直接检眼镜、OCT、电生理检查、视网膜视力计等。但它们由于准确性及可操作性等原因未能在白内障术前检查中得到广泛应用。其中,直接检眼镜难以发现细小的病变,且受白内障混浊程度及医生水平的限制较大^[19]。OCT检查对于眼底之后的神经部分无法检查,部分眼底有结构改变的患者在术后仍然可能有较好的视力^[20],也限制了其用于视力预测的应用。电生理检查对患者配合度有一定要求,当患者注意力不集中时,很可能影响检查结果,加之耗时较长,也限制了其应用^[5]。对于视网膜视力计,有学者^[21]认为该检查能够较为准确地预测白内障术后视力,但有研究^[22]指出,该方法会低估约半数患者的视力,临床应用效果不理想。同时,视网膜视力计对患者的配合有一定要求,且晶状体混浊程度较重时,会大大影响检出率。因此,目前临床上迫切需要一种能够简单、客观预测白内障术后视力的方法。

OQAS II 是以双通道技术为基础的一种设备,其原理是设备发射点光源在视网膜上成像,反射光线沿原通路返回后被设备捕捉,通过对比前后两道光束,了解眼内的像差与散射。OQAS II 操作简单便捷,可重复性好^[23-24],对患者配合度要求较低。有相关文献提出,可以使用 OSI 作为判断白内障手术时机的指征^[25-27]。Pan 等^[28]提出 OSI ≥ 3 可以作为潜在的中国人白内障手术指征应用于临床。在本研究中,我们认为如果晶状体混浊程度较轻,患者术后的视力提升幅度可能有限,进而影响研究结论,因此我们排除了所有术前 OSI <3 的患者。

有学者^[16]在研究 OQAS II 在白内障手术中的决策价值时发现:白内障患者的 PVA100% 比对照组的健康眼更低,并认为 PVA100% 可能可以运用于预测白内障术后视力,但未进行进一步的研究阐述。国内学者俞阿勇^[29]提出“模拟对比度视力 \geq 验光视力,说明视力下降不全是因为白内障,还存在视网膜或视神经疾病,单纯性白内障术后视力恢复不佳”,但其未能使用临床研究对该观点进行验证。肖羽等^[17]定性研究了 PVA100% 预测白内障术后视力的效果,认为通过比较术前 PVA100% 与 BCVA 的大小,可以较为准确地预测轻至中度的白内障患者术后视力能否有明显提高。但该研究样本量较小,且未具体将 PVA100% 和 BCVA 的大小关系进行分类比较研究。

在本研究中,两组患者术前眼部合并症与视力之间已有显著差异,因此无法将两组患者术后的视力进行直接比较。研究发现两组患者术后视力提升 2 行或以上的比例无显著差异,这说明根据 PVA100% 与 BCVA 的大小进行分类,难以准确预测术后视力能否明显提升,这与俞阿勇^[29]的观点及肖羽等^[17]的研究结论不同。原因可能是分组方式的不同:本文根据术前 PVA100% 与 BCVA 之间的大小将患者分为两组进行比较,但肖雨等的研究比较的是 OQAS II 预测效果在不同 OSI 的两组间预测的准确性,且该研究样本量较小。

本研究发现眼部合并症比例更高、术前基线视力更差的 B 组患者相较 A 组有着更大的平均视力提升幅度,说明术前有眼底病变的患者仍可能有较好的视力改善幅度。Ostri^[20]在一项针对合并糖尿病视网膜病变的白内障患者的研究中发现,即使糖尿病视网膜病变对患者的眼底有不

同程度的损害,患者仍可能在白内障手术后视力得到明显提升。Chen 等^[30]针对合并年龄相关性黄斑病变的白内障患者的术后视力进行了分析,发现尽管视力改善幅度不如对照组的健康眼,仍有相当一部分患者的术后视力得到了提升。本研究结果与以上研究结果相似。吴淑英等^[31]认为,对于视力只有 0.05 的患者,即使视力仅能提升到 0.1,患者主观和客观视功能都有显著的提高。因为术前视力 0.05 的患者术后视力提升到 0.1 与术前视力 0.5 的患者术后视力提高到 1.0,如果换算为 LogMAR 视力的话,他们视力改善的程度是完全相同的,都是 0.3 (LogMAR)。对于术前存在眼部合并症的患者,即使患者术后视力值不高,但可能因为有相当可观的视力改善程度,而对手术比较满意。

在本研究中,A 组术前有眼部合并症的 18 眼中,有 17 眼 (94.4%) 术后获得了 2 行或以上的视力提升;B 组术前有眼部合并症的 40 眼中,有 26 眼 (65.0%) 术后获得了 2 行或以上的视力提升,且两组间有显著差异。这表明,对于术前眼部有合并症的白内障患者,如果术前 PVA100% 差于 BCVA 时,术后视力明显改善的可能性很大。原因可能是这部分患者的眼部合并症对患者视力影响较小,其视力下降主要是白内障造成的,摘除混浊的晶状体后,患者视力得到了明显的改善。但两组术前合并有眼部疾病的患者术后 1mo 视力提升幅度差异无统计学意义,分析其可能的原因是眼部合并症患者样本量较小,术前各种眼部合并症对视力的影响程度不同,可能有一部分患者的眼部合并症术前未能诊断,可能影响统计结果。

A 组患者中,术后 PVA100% 与术后 BCVA 基本相符,而在 B 组患者中,术后 PVA100% 高于术后 BCVA。因为白内障手术去除了混浊晶状体的遮挡,术后患者的 BCVA 主要与神经功能有关^[32]。术前 A 组患者合并眼底疾病的比例较低,而 B 组患者合并眼底疾病的比例较高,因此在去除了混浊晶状体的遮挡后,A 组中的术后 PVA100% 和 BCVA 基本一致,而在 B 组中,仅考虑光学部分的术后 PVA100% 会高估患者的视力。

相关性分析表明两组患者术前 PVA100% 与术后 BCVA 之间均无显著相关性,该结论与肖羽等^[17]的研究结论相似。分析其可能原因是临床中有部分患者的白内障混浊并不均匀,其周边晶状体混浊程度较高,而视轴附近的晶状体可能混浊度较轻,若患者神经功能较好,仍可能保有较好的视力。而 OQAS II 测量的是能量光束范围内的平均光学参数,得到的 PVA100% 可能会误判了该类患者的光学视力。本研究认为,术前 PVA100% 并非是对术后 BCVA 具体数值的一种预测,仅作为一个参数与术前矫正视力进行比较,从而初步判断术后视力的趋势。

本研究的不足:(1) 本研究是一项单中心研究,样本量还不够大,未来需要更多的数据以探索 PVA100% 对于白内障患者术后视力的预测价值。(2) 本研究没有对有眼部合并症的两组患者进行分类比较,后续工作中增加样本量,进一步分析眼部合并症对视功能的影响权重。(3) OQAS II 的光源能量穿透力有限,晶状体混浊较重时无法获得测量结果,这也限制了其临床应用。

综上所述,根据 PVA100% 与 BCVA 的大小进行分类,不足以准确预测白内障患者术后视力能否明显改善。而

对于术前眼部有合并症的白内障患者,如果术前PVA100%差于BCVA,其术后视力明显改善的可能性较大。PVA100%对于术后视力的判断价值有待更深入的研究。

参考文献

- 1 Le Sage C, Bazalgette C, Arnaud B, et al. Accuracy of IRAS GT interferometer and potential acuity meter prediction of visual acuity after phacoemulsification; Prospective comparative study. *J Cataract Refract Surg* 2002;28(1):131-138
- 2 Mao J, Fang D, Chen Y, et al. Prediction of visual acuity after cataract surgery using optical coherence tomography findings in eyes with retinitis pigmentosa. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging Retina* 2018; 49(8):587-594
- 3 An J, Zhang L, Wang YS, et al. The success of cataract surgery and the preoperative measurement of retinal function by electrophysiological techniques. *J Ophthalmol* 2015;2015:401281
- 4 Douthwaite WA, Vianya - Estopà M, Elliott DB. Predictions of postoperative visual outcome in subjects with cataract: a preoperative and postoperative study. *Br J Ophthalmol* 2007;91(5):638-643
- 5 Miura G, Nakamura Y, Sato E, et al. Effects of cataracts on flicker electroretinograms recorded with RETeval™ system: new mydriasis-free ERG device. *BMC Ophthalmol* 2016;16:22
- 6 Vilaseca M, Romero MJ, Arjona M, et al. Grading nuclear, cortical and posterior subcapsular cataracts using an objective scatter index measured with a double-pass system. *Br J Ophthalmol* 2012;96(9):1204-1210
- 7 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
- 8 Kamiya K, Shimizu K, Igarashi A, et al. Effect of femtosecond laser setting on visual performance after small-incision lenticule extraction for myopia. *Br J Ophthalmol* 2015;99(10):1381-1387
- 9 Ye C, Ng PKF, Jhanji V. Optical quality assessment in normal and forme-fruste keratoconus eyes with a double-pass system: a comparison and variability study. *Br J Ophthalmol* 2014;98(11):1478-1483
- 10 Cochener B, Patel SR, Galliot F. Correlational analysis of objective and subjective measures of cataract quantification. *J Refract Surg* 2016;32(2):104-109
- 11 Zhang Y, Bian A, Hang Q, et al. Optical quality assessed by optical quality analysis system in Chinese primary open-angle Glaucoma patients and its correlations with psychological disturbances and vision-related quality of life. *Ophthalmic Res* 2021;64(1):15-21
- 12 Lee K, Sohn J, Choi JG, et al. Optical quality in central serous chorioretinopathy. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2014;55(12):8598-8603
- 13 Chiche A, Trinh L, Saada O, et al. Early recovery of quality of vision and optical performance after refractive surgery: Small-incision lenticule extraction versus laser in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg* 2018;44(9):1073-1079
- 14 Tan CH, Labbé A, Liang Q, et al. Dynamic change of optical quality in patients with dry eye disease. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2015;56(5):2848-2854

- 15 Miao HM, Tian M, He L, et al. Objective optical quality and intraocular scattering in myopic adults. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2014;55(9):5582-5587
- 16 Hwang JS, Lee YP, Bae SH, et al. Utility of the optical quality analysis system for decision-making in cataract surgery. *BMC Ophthalmol* 2018;18(1):231
- 17 肖羽, 杨燕宁, 黄林英, 等. 双通道视觉质量分析系统定性预测白内障手术效果的准确性. *国际眼科杂志* 2019;19(5):834-836
- 18 Kessel L, Andresen J, Erngaard D, et al. Indication for cataract surgery. Do we have evidence of who will benefit from surgery? A systematic review and meta-analysis. *Acta Ophthalmol* 2016; 94(1):10-20
- 19 Iwama D, Tsujikawa A, Ojima Y, et al. Relationship between retinal sensitivity and morphologic changes in eyes with confluent soft drusen. *Clin Exp Ophthalmol* 2010;38(5):483-488
- 20 Ostri C. Intraocular surgery in a large diabetes patient population: risk factors and surgical results. *Acta Ophthalmol* 2014;92 Thesis1:1-13
- 21 Macky TA, Mohamed AM, Emarah AM, et al. Predicting postoperative visual outcomes in cataract patients with maculopathy. *Indian J Ophthalmol* 2015;63(10):775-778
- 22 Devereux CJ, Rando A, Wagstaff CM. Potential acuity meter results in cataract patients. *Clin Exp Ophthalmol* 2000;28(6):414-418
- 23 Xu CC, Xue T, Wang QM, et al. Repeatability and reproducibility of a double-pass optical quality analysis device. *PLoS One* 2015; 10(2):e0117587
- 24 Hu AL, Qiao LY, Zhang Y, et al. Reproducibility of optical quality parameters measured at objective and subjective best focuses in a double-pass system. *Int J Ophthalmol* 2015;8(5):1043-1050
- 25 Filgueira CP, Sanchez RF, Colombo EM, et al. Discrimination between surgical and nonsurgical nuclear cataracts based on ROC analysis. *Curr Eye Res* 2014; 39(12):1187-1193
- 26 Monferrer-Adsuara C, Mata-Moret L, Castro-Navarro V, et al. An objective scatter index cutoff point as a powerful objective criterion for preoperative nuclear cataract decision-making based on ROC analysis. *J Cataract Refract Surg* 2019;45(10):1452-1457
- 27 Cabot F, Saad A, McAlinden C, et al. Objective assessment of crystalline lens opacity level by measuring ocular light scattering with a double-pass system. *Am J Ophthalmol* 2013;155(4):629-635
- 28 Pan AP, Wang QM, Huang F, et al. Correlation among lens opacities classification system III grading, visual function index-14, pentacam nucleus staging, and objective scatter index for cataract assessment. *Am J Ophthalmol* 2015;159(2):241-247
- 29 俞阿勇. 双通道客观视觉质量分析的临床实践. 北京:人民卫生出版社 2017:71-76
- 30 Chen AX, Hauelsen A, Rasendran C, et al. Visual outcomes following cataract surgery in age-related macular degeneration patients. *Can J Ophthalmol* 2021:S0008-S4182(21)00034-X
- 31 吴淑英, 李筱荣. 视力表标准、原理及应用. 北京:人民卫生出版社 2015:46-48
- 32 Campbell FW, Green DG. Optical and retinal factors affecting visual resolution. *J Physiol* 1965;181(3):576-593