

智能手机辅助新型标记法在白内障术中标记目标轴位的准确性

陈石, 姚涛

引用: 陈石, 姚涛. 智能手机辅助新型标记法在白内障术中标记目标轴位的准确性. 国际眼科杂志, 2024, 24(3): 463-468.

作者单位: (110034) 中国辽宁省沈阳市, 沈阳何氏眼科医院有限公司

作者简介: 陈石, 硕士, 副主任医师, 研究方向: 眼表疾病、角膜病、白内障。

通讯作者: 姚涛, 硕士, 主任医师, 主任, 研究方向: 眼表疾病、角膜病、白内障. dryaotao@163.com

收稿日期: 2023-08-04 修回日期: 2024-01-29

摘要

目的: 评估一种智能手机辅助的新型“任意点两步法”在白内障超声乳化吸出联合人工晶状体植入术中寻找目标轴位的便利性和准确性。

方法: 前瞻性观察性研究。选取 2021-10/2022-04 于我院拟行白内障超声乳化吸出联合人工晶状体植入术的年龄相关性白内障患者 62 例 62 眼。随机分为两组, 对照组 31 例 31 眼采用裂隙灯下标记的“传统两步法”标记人工晶状体的目标轴位, 试验组 31 例 31 眼采用智能手机辅助的“任意点两步法”标记人工晶状体的目标轴位。术中均采用 Callisto eye 导航系统作为标准参照, 计算参照标记点的偏差值 (偏差-1)、目标轴位标记点的偏差值 (偏差-总) 和参照标记点到目标轴位标记点夹角的偏差值 (偏差-2), 并记录术前轴位标记用时。

结果: 试验组偏差-1 值和偏差-总值均低于对照组 ($1.06^{\circ} \pm 1.39^{\circ}$ vs $2.48^{\circ} \pm 2.23^{\circ}$, $1.77^{\circ} \pm 1.54^{\circ}$ vs $2.81^{\circ} \pm 1.58^{\circ}$, 均 $P < 0.01$), 但两组偏差-2 值无明显差异 ($1.35^{\circ} \pm 1.40^{\circ}$ vs $1.48^{\circ} \pm 1.79^{\circ}$, $P > 0.05$)。试验组术前轴位标记用时短于对照组 (1.77 ± 1.70 min vs 2.88 ± 3.20 min, $P < 0.01$)。

结论: 与“传统两步法”相比, 智能手机辅助的“任意点两步法”在白内障超声乳化吸出联合人工晶状体植入术中寻找目标轴位的过程操作简便省时、准确性高。

关键词: 智能手机; Toric 人工晶状体; Callisto eye 导航系统; 角膜散光; 手动方法

DOI: 10.3980/j.issn.1672-5123.2024.3.25

Accuracy of a smartphone-assisted novel labeling method for marking target axial position in cataract surgery

Chen Shi, Yao Tao

Shenyang He Eye Specialist Hospital, Liaoning 110034, Shenyang Province, China

Correspondence to: Yao Tao. Shenyang He Eye Specialist Hospital, Liaoning 110034, Shenyang Province, China. dryaotao@163.com
Received: 2023-08-04 Accepted: 2024-01-29

Abstract

• **AIM:** To evaluate the convenience and accuracy of a novel smartphone-assisted “any-point two-step method” for finding the target axial position in cataract phacoemulsification combined with intraocular lens (IOL) implantation.

• **METHODS:** Prospective observational study. A total of 62 cases (62 eyes) of patients with age-related cataracts who underwent cataract phacoemulsification combined with IOL implantation in our hospital from October 2021 to April 2022 were selected. They were randomly divided into two groups: 31 cases (31 eyes) in the control group were applied with the “traditional two-step method” using slit lamp to mark the target axial position of the IOL, and 31 cases (31 eyes) in the experimental group were applied with the smartphone-assisted “two-step method” to mark the target axial position of the IOL. The Callisto eye navigation system was used as a standard reference, and the deviation of the reference marking point (deviation-1), the deviation of the target axial marking point (deviation-total), and the deviation of the angle from the reference marking point to the target axial marking point (deviation-2) were calculated and recorded as the preoperative axial marking time.

• **RESULTS:** Both deviation-1 and deviation-total values were lower in the experimental group than those in the control group ($1.06^{\circ} \pm 1.39^{\circ}$ vs $2.48^{\circ} \pm 2.23^{\circ}$, $1.77^{\circ} \pm 1.54^{\circ}$ vs $2.81^{\circ} \pm 1.58^{\circ}$, all $P < 0.01$), but there was no significant difference in the deviation-2 values between the two groups ($1.35^{\circ} \pm 1.40^{\circ}$ vs $1.48^{\circ} \pm 1.79^{\circ}$, $P > 0.05$). The preoperative axial marking took shorter time in the experimental group than in the control group (1.77 ± 1.70 min vs 2.88 ± 3.20 min, $P < 0.01$).

• **CONCLUSION:** The smartphone-assisted “any-point two-step method” for finding the target axial position in cataract phacoemulsification combined with IOL implantation is simple, time-saving, and accurate compared with the “traditional two-step method”.

• **KEYWORDS:** smartphone; Toric intraocular lens; Callisto eye navigation system; corneal astigmatism; manual method

Citation: Chen S, Yao T. Accuracy of a smartphone-assisted novel labeling method for marking target axial position in cataract surgery. Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci), 2024, 24(3): 463-468.

0 引言

白内障是全球范围内首位致盲性眼病,超声乳化吸出联合人工晶状体植入术是治疗白内障的主要手段。随着手术技术和设备的进步,现代白内障手术不仅以复明为目标,而且已发展到白内障屈光手术时代,术后患者不仅能看得见,更能看得清晰、舒适。散光是常见的屈光不正,白内障患者术前普遍存在不同程度的散光,研究显示,多数白内障患者术前均伴有明显的角膜散光,其中约41.3%~67.39%的患者白内障术前合并角膜散光大于1.00 D^[1-5],术后残余散光 ≥ 0.75 D会影响患者的视功能和视觉质量,对日常工作、阅读、驾驶等活动造成影响^[6]。因此,散光矫正型人工晶状体(Toric intraocular lens, Toric IOL)植入已广泛用于白内障手术中以矫正角膜散光,具有良好的可预测性和稳定性^[7-9]。Toric IOL精确的定位是保障手术效果的关键因素之一。为了保障人工晶状体的精确定位,术前和术中需进行人工晶状体目标放置轴位的标记和确认。传统的轴位标记方式主要是裂隙灯显微镜下“两步法”标记,对医生的操作和患者的配合度有较高要求,且存在较大误差。随着数字化平台的发展,导航系统被应用于白内障手术中(如Callisto eye导航系统等),虽大大减少了轴位标记的误差,但因相关设备的价格昂贵,推广困难。为了解决上述问题,我们团队自主开发了手机应用程序,利用智能手机自带的水平仪和软件内的电子量角器可方便、精确地测量出眼部标记点的角度值,进而设计出一种智能手机辅助的新型“任意点两步法”的标记流程。为评估其在白内障超声乳化吸出联合人工晶状体植入术中寻找目标轴位的便利性和准确性,进行以下研究。

1 对象和方法

1.1 对象

前瞻性观察性研究。选取2021-10/2022-04于沈阳何氏眼科医院拟行白内障超声乳化吸出联合人工晶状体植入术的年龄相关性白内障患者62例62眼。纳入标准:(1)临床诊断为年龄相关性白内障,拟行白内障超声乳化吸出联合人工晶状体植入术;(2)年龄50-85岁;(3)术前进行IOL Master700生物测量并能识别出眼前段图像者。排除标准:(1)合并圆锥角膜、翼状胬肉、角膜斑翳、青光眼、上睑下垂、眼外伤、视网膜脱离等疾病;(2)有内眼手术禁忌证,如泪囊炎、泪小管炎、感染性角结膜炎等;(3)合并眼球震颤;(4)老年环明显及周边角膜变性可能影响标记及术中识别者;(5)小睑裂、深眼窝影响术前标记及术中放置刻度标记环者;(6)Callisto eye导航系统在术中无法识别者;(7)存在焦虑、抑郁等严重心理、精神疾病者。采用随机数字表法将纳入患者分为两组,对照组患者31例31眼采用裂隙灯下标记的“传统两步法”标记人工晶状体的目标轴位,其中男13例,女18例,平均年龄 69.10 ± 6.75 岁,患眼眼别右眼17眼,左眼14眼;试验组患者31例31眼采用智能手机辅助的“任意点两步法”标记人工晶状体的目标轴位,其中男15例,女16例,平均年龄 68.68 ± 6.50 岁,患眼眼别右眼17眼,左眼14眼。两组患者性别构成、年龄、患眼眼别等基线资料比较,差异均无统计学意义($P>0.05$)。本研究严格遵循《赫尔辛基宣言》,经沈阳何氏眼科医院伦理委员会批准[伦理审批号:(IRB(2021)K014.01)],纳入患者均知情同意并签署书面知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 术前检查

术前纳入患者均进行眼科检查排除白内障手术相关禁忌证,并采用IOL Master700进行术眼的生物测量和眼前段图像采集。

1.2.2 目标轴位标记

纳入患者均假定拟行Toric IOL植入,并拟定以角膜陡峭轴为人工晶状体的目标放置轴位,目标轴位标记均由同一位手术医生完成。

1.2.2.1 对照组

采用裂隙灯下标记的“传统两步法”标记人工晶状体的目标轴位。操作步骤:(1)通过裂隙灯显微镜在光带的引导下标记出0°和180°的水平轴位作为参照标记点。具体操作方法:术前30 min在小瞳孔下,患者端坐于检查室内裂隙灯前,表面麻醉后,头正位于头架之上,嘱患者目视前方,调整裂隙灯为细光带至水平位,术者透过显微镜观察并调整光带通过患者瞳孔的中心,以1 mL注射器轻轻划破光带对应位置的两侧角膜缘局部上皮,力度适中,勿过度破坏角膜上皮,再用一次性无菌记号笔着染,完成3:00和9:00位水平轴标记(图1A)。(2)术中以水平轴位标记点为参照基准,使用刻度标记环,将0°和180°刻度线与水平标记的两个标记点相对应,再以1 mL针头联合记号笔标记出陡峭轴位置所在的径线即目标轴位(图1B)。

1.2.2.2 试验组

采用智能手机辅助的“任意点两步法”标记人工晶状体的目标轴位。操作步骤:(1)术前肉眼直视下在角膜缘的任意位置做1个点的标记。具体操作方法:患者术前于手术室内端坐位,表面麻醉后,手指撑开眼睑,使用无菌干棉签在预标记的位置吸干泪液,用细记号笔尖端局部轻点标记,保持眼睑撑开约10 s,标记点墨水干燥后,以蘸有0.05%碘伏的棉签轻触局部标记点,利用碘伏固定墨水;打开智能手机的自研APP Eye-C进入拍照界面,软件调用水平仪陀螺盘,实时监测手机自身的偏斜角度,持手机对准术眼拍照后进入测量和输入界面,调整照片使角膜中心与陀螺盘中心相重叠;点击角度测量按键,调整测量线使其与角膜缘的标记点相重叠,软件实时给出照片上标记点测得的角度值,结合拍照时相机偏转的角度,自动输出患者眼球上参照标记点的实际角度值。软件内输入目标轴位数值后,自动输出“以标记点为基准的目标角度值”,同时在眼部照片中输出相应的模拟图示,便于术者术中查看和操作(图1C、2A-E)。(2)术中以已知角度值的标记点为参照基准,使用刻度标记环将0°刻度线与标记点对应,同时将标记环内径与角膜缘相对应,再结合软件自动给出的“以标记点为基准的目标角度值”,以1 mL针头联合记号笔标记出陡峭轴位置所在的子午线,即目标轴位(图2F)。本研究采用的智能手机均为安装了自研APP的同一部手机(魅族17pro,安卓系统)。

1.2.3 Callisto eye导航系统测量参照标记点及目标轴位标记点的角度值

术中完成目标轴位标记后,采用Callisto eye导航系统测量两组患者步骤(1)参照标记点和步骤(2)目标轴位标记点的角度值。测量方法:启动导航系统实现患者眼球的识别和对位后,进入Toric IOL导航界面,设定指示线以角膜中心为轴心(将Optical offset中的px和py值设为0),并设定指示线为3条平行线,操作者通过调整目标轴位的数值调整指示线的位置,直到指示线与需测量的眼表标记点相重合或平行,读出指示线的轴位数值,即标记点的导航测量值(图3)。Callisto eye导航系统的操作由同一位台下护士完成。

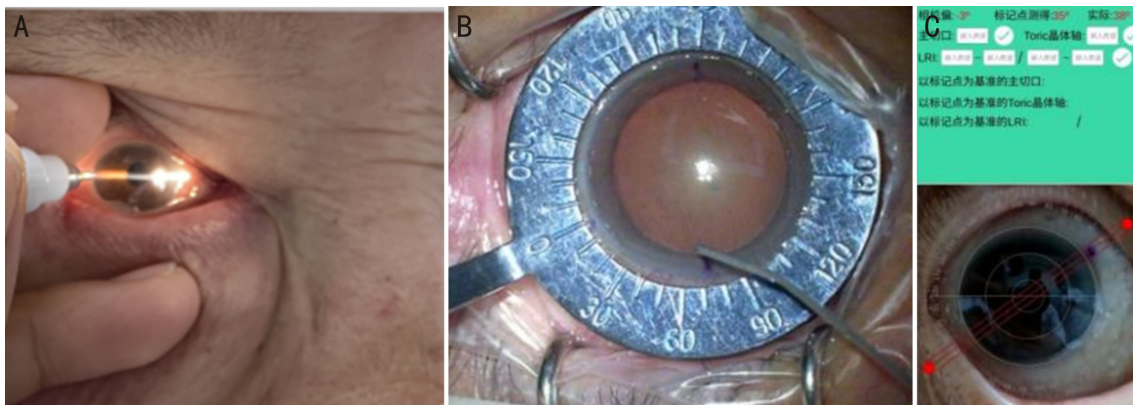


图1 目标轴位标记 A:裂隙灯下水平标记;B:术中标记目标轴位;C:智能手机测量任意点标记的实际角度值及以标记点为基准的目标角度值。

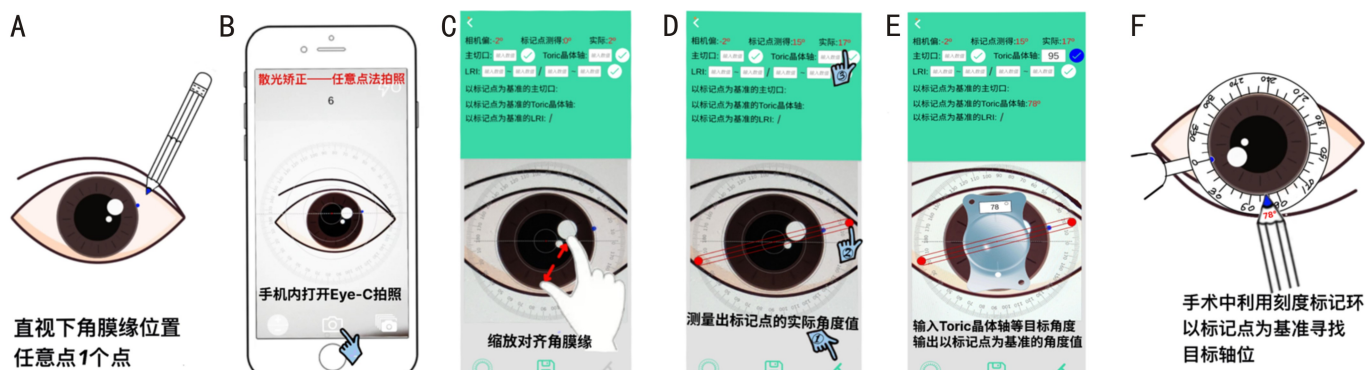


图2 试验组目标轴位标记手机 APP 使用和标记流程图 A:直视下角膜缘位置任意点1个点;B:手机软件拍照;C:调整图片对齐膜缘;D:测量标记点实际角度值(右上角红色数值);E:输入目标轴位数值后,自动输出“以标记点为基准的目标角度值”;F:术中以已知角度值的标记点为参照基准,使用刻度标记环寻找目标轴位。

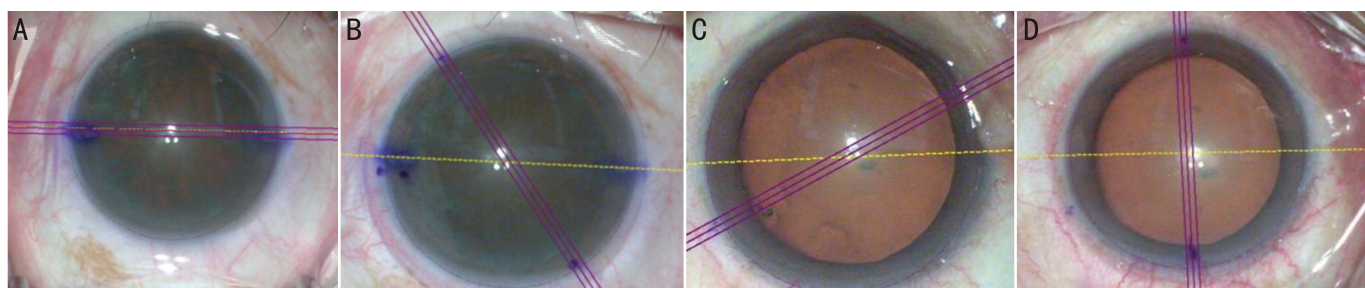


图3 Callisto eye 导航系统测量参照标记点及目标轴位的角度值 A:对照组水平经线;B:对照组目标轴位经线;C:试验组任意一点经线;D:试验组目标轴位经线。

1.2.4 观察指标

1.2.4.1 偏差值 以 Callisto eye 导航系统的测量值作为标准参照,分别计算参照标记点拟定值(对照组为 0,试验组为参照标记点的手机 APP 测量值)与导航测量值间的偏差(命名为“偏差-1”)、参照标记点和目标轴位标记点“夹角”拟定值与导航测量值间的偏差(命名为“偏差-2”)、目标轴位标记点拟定值与导航测量值间的偏差(命名为“偏差-总”)。计算方法:(1)偏差-1: $\text{偏差-1}_{\text{对照组}} = \text{参照标记点}_{\text{导航测量值}} - 0/180$ (因导航系统的轴位输入不能输入负值,根据标记点逆/顺时针偏转误差,对应选择减去 $0/180$), $\text{偏差-1}_{\text{试验组}} = \text{参照标记点}_{\text{导航测量值}} - \text{参照标记点}_{\text{手机APP测量值}}$;(2)偏差-2: $\text{偏差-2}_{\text{对照组}} = (\text{目标轴位标记点}_{\text{导航测量值}} - \text{参照标记点}_{\text{导航测量值}}) - \text{目标轴位标记点}_{\text{拟定值}}$, $\text{偏差-2}_{\text{试验组}} = (\text{目标轴位标记点}_{\text{导航测量值}} - \text{参照标记点}_{\text{导航测量值}}) - (\text{目标轴位标记点}_{\text{拟定值}} - \text{参照标记点}_{\text{手机APP测量值}})$;(3)偏差-总: $\text{偏差-总} = \text{目标轴位标记点}_{\text{导航测量值}} - \text{目标轴位标记点}_{\text{拟定值}}$

点_{拟定值}(图4)。上述计算结果如为负数,取其绝对值进行统计输入和对比。

1.2.4.2 术前轴位标记用时 记录两组患者术前轴位标记用时,以点表面麻醉药物后 30 s 开始计时,试验组以标记点角度测量完成且输出“以标记点为基准的目标角度值”完毕结束计时;对照组以完成两个水平标记点时结束计时。

统计学分析:使用 SPSS 26.0 统计分析软件进行数据分析。计量资料采用均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,两组间比较采用独立样本 *t* 检验。计数资料采用频数表示,两组间比较采用卡方检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者偏差值比较 试验组患者偏差-1 值和偏差-总值均低于对照组,差异有统计学意义(均 $P < 0.01$),但两组患者偏差-2 值差异无统计学意义($P > 0.05$),见表 1。

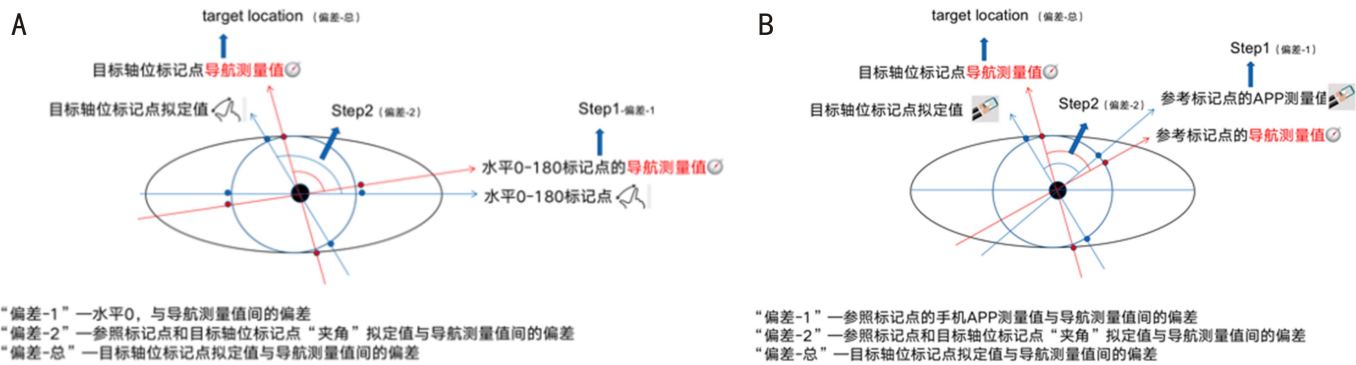


图4 偏差值计算模式图 A:对照组;B:试验组。

表1 两组患者偏差值比较 ($\bar{x} \pm s, ^\circ$)

组别	眼数	偏差-1	偏差-2	偏差-总
试验组	31	1.06±1.39	1.35±1.40	1.77±1.54
对照组	31	2.48±2.23	1.48±1.79	2.81±1.58
<i>t</i>		-3.004	-0.316	-2.680
<i>P</i>		0.002	0.753	0.009

注:试验组:采用智能手机辅助的“任意点两步法”标记人工晶状体的目标轴位;对照组:采用裂隙灯下标记的“传统两步法”标记人工晶状体的目标轴位。

2.2 两组患者术前轴位标记用时比较 术前,试验组患者轴位标记用时 (1.77 ± 1.70 min) 短于对照组 (2.88 ± 3.20 min), 差异有统计学意义 ($t = -6.790, P < 0.01$)。

3 讨论

现代白内障手术已发展到白内障屈光手术时代, 不仅以复明为目标, 而且更加强调术后的视觉质量。散光为常见的屈光不正, 普遍存在于白内障患者中。我国流行病学调查数据显示, 白内障术前角膜散光在 0.50-1.00 D 者占 32.5%-36.4%, 1.00-1.50 D 者占 21.3%-22.4%, 1.50-2.00 D 者占 10.6%-12.4%, 超过 2.00 D 者占 8.2%-13.0%^[10], 术后残余散光会不同程度影响患者的视功能及视觉质量, 因此对术前存在的角膜散光进行矫正十分必要。

目前临床上白内障患者矫正散光的主要方法包括术后戴镜、角膜屈光手术(如角膜激光手术、角膜缘松解切口(limbal relaxing incision, LRI)和植入 Toric IOL。其中 Toric IOL 植入术具有较好的手术预测性、良好和稳定的术后效果, 大大提高白内障患者术后的裸眼远视力和脱镜率, 患者的满意度提高^[7-9]。但 Toric IOL 在临床的实际应用中仍然存在一些难点和要点, 其中 Toric IOL 轴位的偏斜可对其矫正散光的效果及患者术后视觉质量产生较大影响。研究表明, 每 1° 的偏位会降低 3.3% 的散光矫正能力, 即 30° 的偏位将导致 Toric IOL 失去散光矫正能力, 并且产生散光轴向的改变^[11]。Toric IOL 轴位偏斜的原因主要是术中 Toric IOL 植入位置的错误和(或)术后人工晶状体的旋转。然而, 为保障术中人工晶状体的精确定位, 术前和术中需进行人工晶状体目标放置轴位精确的标记和确认。同时患者由坐位至平卧时, 眼球会发生一定程度外旋, 平均旋转 2°-4°, 眼球旋转最大可达 14°^[12]。为避免平卧手术时眼球旋转所带来的影响, 目前临床多采用“两

步法”进行目标轴位的寻找和标记, 即第一步在术前患者坐位下进行眼球标记; 第二步在术中以坐位时所做的标记点作为参照物利用刻度标记环(如 Mendez 量规)寻找到目标轴位。而第一步所做的参照标记点多为角膜缘水平子午线上 3:00 或 9:00 位的两个点, 临床上主要是在裂隙灯显微镜下进行的手法水平标记法, 也有学者为了简化该操作发明了各类标记器用于术前标记(如气泡标记器、钟摆标记器或眼压计标记器等)。但上述传统的“两步法”标记存在误差较大、医生操作复杂、需特殊购置器械、需患者较高的配合度等问题。

近年采用的手术数字导航系统, 如 Verion (Alcon)、Callisto (Carl Zeiss Meditec AG)、SG3000 (Sensomotoric Instruments GmbH) 等及虹膜纹理引导的飞秒激光囊膜标记法, 可通过记录和比对角膜缘和巩膜血管、虹膜, 在术中对切口位置和散光轴位进行实时定位和指引。也有在术中使用波前相差测量仪, 如 Orange (WaveTec) 等, 通过实时测量散光数对 Toric IOL 的轴位进行准确引导。上述设备虽然可大大提高人工晶状体对位的精度^[13-18], 但由于其价格高昂, 限制了在国内临床的开展和使用。

智能手机近年来不断迭代升级, 依靠新型的软硬件已在医疗领域的各个方面得到了应用, 加速了医疗数字化转型, 智能手机在眼科的应用程序适用于 Toric IOL 的轴位标记^[19-21]。Barrett G 设计的手机 APP toriCAM^[22] 测量标记点, 证明 toriCAM 应用能够显著提高参考标记点的准确性, 但 toriCAM 软件设计过于简单, 拍照对位时需要患者很好的配合及拍照者很高的手部稳定性, 很多时候需要多次反复拍照才能使测量线刚好与标记点重叠。为了方便和充分地利用智能手机的拍照、水平仪和电子量角器等功能, 本研究自研了智能手机应用程序, 与 toriCAM 相比, 使用更加便利, 优势在于拍照时不必刻意调整手机角度, 简单对焦后即可快速进行拍照; 拍照后所得照片可进一步调整缩放与前景刻度环对位, 之后通过精确的电子量角器功能测量出眼球上参照标记点在图片上的角度值, 结合拍照瞬间后台记录下的相机旋转角度, 自动输出“参照标记点的实际角度值”; 通过进一步输入 Toric IOL 目标轴位、主切口轴位等角度值, 可分别自动输出“以标记点为基准的目标角度值”和模拟图示, 方便术者查看和操作。基于以上优势认为依靠智能手机 APP, 不一定需要在裂隙灯下标记水平轴位的标记点, 只需肉眼下任意做一对标记点, 就可以通过手机 APP 测量出其所在子午线的真实角度

值,再以该“已知角度的参照标记点”为基准,便可以在术中将领刻度标记环的 0° 和 180° 刻度线与参照标记点对应后,进一步以已知角度的标记点为基准寻找目标轴位。事实上任意“一对”标记点也不是必要的,因为手机APP内拍得的照片可以方便地调整至角膜缘与前景环相对应,进而实现照片上的角膜中心与陀螺盘中心相重叠,那么只要标记出角膜缘位置的“任意一个点”,便可通过APP测量出该点相对角膜中心的角度值。“两点成一线”,虽然只标出一个点,但另一个潜在的固定点是角膜中心,这需要在术中使用环形标记器时,将领刻度线 0° 位与参照标记点对应的同时标记器的内径与角膜缘相对应,便实现了“两点对位”,进而可进行下一步寻找目标轴位。手机APP软件具有调用智能手机自带水平仪的基本功能,能够测量旋转角度及其方向,同时在软件上加用高精刻度盘,可以精确到 1° ,经多次测试后具有很好的重复性,且在不同手机上安装后测量结果的一致性较好^[22]。本研究也证实该智能手机辅助的“任意点两步法”在白内障手术中具有较好的便利性和准确性。

Visser等^[23]认为,Toric IOL植入术中采用“传统两步法”标记人工晶状体的目标轴位产生的偏差主要有3个来源:(1)术前水平参照标记点位置偏差;(2)术中以刻度标记环参照水平标记点寻找目标轴位标记点时发生的偏差;(3)植入的Toric IOL与目标轴位标记点的对位偏差。该研究使用SG3000数字导航系统(Sensomotoric Instruments GmbH)评估气泡标记器作为参照标记的两步法的准确性,发现上述3个来源的偏差分别为 $2.4^\circ \pm 0.8^\circ$ 、 $3.3^\circ \pm 2.0^\circ$ 和 $2.6^\circ \pm 2.6^\circ$,最终导致Toric IOL对位的平均误差为 $4.9^\circ \pm 2.1^\circ$ 。本研究仅对标记过程的偏差进行研究,即Visser等^[23]提到的前两个偏差,分别对应于本研究中的“偏差-1”和“偏差-2”,而二者叠加造成了目标轴位标记点的偏差即为“偏差-总”。本研究显示,试验组偏差-1值显著低于对照组($1.06^\circ \pm 1.39^\circ$ vs $2.48^\circ \pm 2.23^\circ$, $P < 0.01$),偏差-总值也低于对照组($1.77^\circ \pm 1.54^\circ$ vs $2.81^\circ \pm 1.58^\circ$, $P < 0.01$),提示本研究采用智能手机辅助“任意点两步法”过程中,智能手机APP测量出的参照标记点实际角度值精确,最终获得的目标轴位标记点轴位更准确。然而,本研究中两组偏差-2值差异无统计学意义($1.35^\circ \pm 1.40^\circ$ vs $1.48^\circ \pm 1.79^\circ$, $P > 0.05$),考虑是因为该误差的来源主要是术中使用刻度标记环过程造成的,分析主要由于标记环的刻度线精确度为每格 10° ,过低的精度导致非整数的拟定目标轴位定位模糊,这也将是未来进一步的研究方向。

本研究比较两组间术前轴位标记使用时长发现,试验组显著短于对照组(1.77 ± 1.70 min vs 2.88 ± 3.20 min, $P < 0.01$),由于两组术中第二步寻找目标轴位的操作类似,可以说智能手机辅助的“任意点两步法”与“传统两步法”相比,操作更便利。此外,本研究中“任意点两步法”采用一个参照标记点的方法还存在以下优势:(1)另一个标记点均以“角膜中心”为中心,术前参照点标记操作不需要在小瞳孔下进行,与“传统两步法”以瞳孔为中心的两个参照标记点相比,本研究中的另一个点以“角膜中心”为中心,即以光轴和囊袋中央为中心,理论上更便于Toric IOL的对位;(2)手机APP使用过程简便,参照点标记的操作

可安排在术前几分钟进行即可,也不需要注射器划伤角膜上皮,可减少因过早标记导致术中标记点模糊和角膜上皮损伤造成患者眼部异物感等不适,减少眼部损伤的同时也降低了感染的风险,安全性更高。

本研究也存在不足和需进一步研究和改进之处:(1)以Callisto eye导航系统作为标准参照,即默认其为金标准,而事实上目前采用的任何一种数字导航系统均存在一定误差,本研究中采用的Callisto eye导航系统是以患者角膜缘处的血管情况进行定位,如术中出现结膜出血、结膜水肿、开睑器导致结膜血管位置变化或术中使用含肾上腺素成分的散瞳药物导致血管收缩,均会不同程度导致Callisto eye导航系统术中图像的捕捉定位不准确或导航识别失败^[24],本研究中便出现了1例因结膜下出血的患者术中导航失败,以及1例因患者术中注视差最终无法进行导航的情况,最终剔除本研究。但大量研究证实,与多种标记方法相比,数字导航系统仍然是目前临床最精确的方法^[13-16],但也有研究采用数字导航系统作为标准参照对不同方法眼部标记点的误差进行分析^[21,23]。因而,本研究方案获得的数据结果可支持最终结论。(2)虽然本研究将患者的角膜陡峭轴定为目标轴位,但实际操作过程模拟Toric IOL植入过程中的标记流程,有理由认为本研究结论适用于需要在眼部手术中精确寻找目标轴位的患者,尤其是白内障超声乳化吸出联合Toric IOL植入术的患者,但本研究纳入的患者未真实施行Toric IOL植入术,研究内容和观察指标仅限于标记过程,未涉及术中及术后晶状体的对位,后续会将该方法应用到真实植入Toric IOL的患者中,进而对最终Toric IOL的对位效果等指标进行研究。(3)本研究中试验组的标记操作过程仍然有需要进一步改进的地方,如智能手机拍照过程由于是手持拍照,患者缺少固视点,进而造成获取的照片可能非眼球绝对正位照等,后续将通过在APP内增加手机垂直轴信息和外加手机微距镜头及镜头周的指示灯等方式加以改进。

综上所述,与“传统两步法”相比,智能手机辅助“任意点两步法”在白内障超声乳化吸出联合人工晶状体植入术中标记目标轴位的过程操作简便省时、准确性高。

参考文献

- [1] Chen WR, Zuo CG, Chen CY, et al. Prevalence of corneal astigmatism before cataract surgery in Chinese patients. *J Cataract Refract Surg*, 2013,39(2):188-192.
- [2] Han ES, Kim M. Evaluation of biometry and corneal astigmatism in cataract surgery patients in Northern United Arab Emirates. *Int Ophthalmol*, 2019,39(12):2807-2813.
- [3] 李黄恩,王勇,陈茂盛,等.年龄相关性白内障患者14万例角膜前表面散光的分布特征. *中华眼科杂志*, 2021,57(1):56-62.
- [4] Cui Y, Meng QL, Guo HK, et al. Biometry and corneal astigmatism in cataract surgery candidates from Southern China. *J Cataract Refract Surg*, 2014,40(10):1661-1669.
- [5] Ma W, Zuo CG, Chen WR, et al. Prevalence of corneal astigmatism in patients before cataract surgery in western China. *J Ophthalmol*, 2020,2020:5063789.
- [6] Read SA, Vincent SJ, Collins MJ. The visual and functional impacts of astigmatism and its clinical management. *Ophthalmic Physiol Opt*, 2014,34(3):267-294.
- [7] Kessel L, Andresen J, Tendal B, et al. Toric intraocular lenses in

the correction of astigmatism during cataract surgery: a systematic review and meta-analysis. *Ophthalmology*, 2016,123(2):275-286.

[8] Holland E, Lane S, Horn JD, et al. The AcrySof toric intraocular lens in subjects with cataracts and corneal astigmatism. *Ophthalmology*, 2010,117(11):2104-2111.

[9] Waltz KL, Featherstone K, Tsai L, et al. Clinical outcomes of TECNIS toric intraocular lens implantation after cataract removal in patients with corneal astigmatism. *Ophthalmology*, 2015,122(1):39-47.

[10] 中华医学会眼科学分会白内障与人工晶状体学组. 我国散光矫正型人工晶状体临床应用专家共识(2017年). *中华眼科杂志*, 2017,53(1):7-10.

[11] Ma JJK, Tseng SS. Simple method for accurate alignment in toric phakic and aphakic intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg*, 2008,34(10):1631-1636.

[12] Febraro JL, Koch DD, Khan HN, et al. Detection of static cyclotorsion and compensation for dynamic cyclotorsion in laser *in situ* keratomileusis. *J Cataract Refract Surg*, 2010,36(10):1718-1723.

[13] Kose B, Albayrak S. Results of Callisto eye system in toric intraocular lens alignment. *Beyoglu Eye J*, 2020,5(1):1-4.

[14] Mayer WJ, Kreutzer T, Dirisamer M, et al. Comparison of visual outcomes, alignment accuracy, and surgical time between 2 methods of corneal marking for toric intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg*, 2017,43(10):1281-1286.

[15] 冯珂, 陈瑞合, 李玉军. Verion 导航系统和传统标记器法行 Toric IOL 轴向标记的精确性比较. *国际眼科杂志*, 2022,22(5):875-879.

[16] 陈庆中, 王晶, 张广斌. 虹膜纹理引导的飞秒激光囊膜标记法在 Toric IOL 植入中的应用. *国际眼科杂志*, 2021,21(2):295-299.

[17] Ding N, Wang XZ, Song XD. Digital versus slit-beam marking for toric intraocular lenses in cataract surgery. *BMC Ophthalmol*, 2022,22(1):323.

[18] Webers VSC, Bauer NJC, Visser N, et al. Image-guided system versus manual marking for toric intraocular lens alignment in cataract surgery. *J Cataract Refract Surg*, 2017,43(6):781-788.

[19] Chen WB, Li RY, Yu QJ, et al. Early detection of visual impairment in young children using a smartphone-based deep learning system. *Nat Med*, 2023,29(2):493-503.

[20] Karakaya M, Hacisoftoglu RE. Comparison of smartphone-based retinal imaging systems for diabetic retinopathy detection using deep learning. *BMC Bioinformatics*, 2020,21(Suppl 4):259.

[21] Scantling-Birch Y, Naveed H, Mukhija R, et al. A review of smartphone apps used for toric intraocular lens calculation and alignment. *Vision*, 2022,6(1):13.

[22] Pallas A, Yeo TK, Trevenen M, et al. Evaluation of the accuracy of two marking methods and the novel toriCAM application for toric intraocular lens alignment. *J Refract Surg*, 2018,34(3):150-155.

[23] Visser N, Berendschot TTJM, Bauer NJC, et al. Accuracy of toric intraocular lens implantation in cataract and refractive surgery. *J Cataract Refract Surg*, 2011,37(8):1394-1402.

[24] Hura AS, Osher RH. Comparing the zeiss callisto eye and the alcon verion image guided system toric lens alignment technologies. *J Refract Surg*, 2017,33(7):482-487.