

# 三种仪器测量年龄相关性白内障患者术前 Kappa 角和 Alpha 角的对比

刘帅帅, 丁蕾, 张霜, 丁晓晨, 程梦雅

引用: 刘帅帅, 丁蕾, 张霜, 等. 三种仪器测量年龄相关性白内障患者术前 Kappa 角和 Alpha 角的对比. 国际眼科杂志 2022; 22(3):490-494

作者单位: (230031) 中国安徽省合肥市, 安徽医科大学附属合肥爱尔眼科医院

作者简介: 刘帅帅, 男, 毕业于温州医科大学, 硕士, 主治医师, 研究方向: 白内障、屈光不正。

通讯作者: 刘帅帅. [lssmq@163.com](mailto:lssmq@163.com)

收稿日期: 2021-08-10 修回日期: 2022-01-24

## 摘要

**目的:** 比较三种不同原理的测量仪对年龄相关性白内障患者 Kappa 角和 Alpha 角测量的一致性。

**方法:** 采用前瞻性研究。收集我院 2020-12-01/12-30 拟行白内障超声乳化吸除联合人工晶状体植入手术的年龄相关性白内障患者 30 例 60 眼。术前暗室中适应 10min 后, 分别应用 iTrace、Lenstar 900 和 IOL Master 700 生物测量仪测量 Kappa 角和 Alpha 角。分析三种仪器的差异性和一致性。

**结果:** iTrace、Lenstar 900 和 IOL Master 700 的 Kappa 角测量结果分别为  $0.25 \pm 0.13$ 、 $0.19 \pm 0.11$ 、 $0.21 \pm 0.11$  mm ( $F = 1.903$ ,  $P = 0.155$ ), Alpha 角测量结果分别为  $0.31 \pm 0.11$ 、 $0.36 \pm 0.16$ 、 $0.36 \pm 0.14$  mm ( $F = 2.999$ ,  $P = 0.052$ )。三种仪器 Kappa 角大于 0.5mm 的比例分别为 3%、2%、2%, Alpha 角大于 0.5mm 的比例分别为 5%、15%、22%。Kappa 角和 Alpha 角分布主要是在双眼的颞侧, 相对于双眼的 Kappa 角分布, Alpha 角颞侧分布比率更高, 且 iTrace 测量的 Alpha 角分布较 Lenstar 900 和 IOL Master 700 沿水平线分布也更加紧密。每种仪器测量得到的 Kappa 角和 Alpha 角之间均呈正相关关系 ( $r = 0.2941$ 、 $0.4082$ 、 $0.5137$ ,  $P = 0.0226$ 、 $0.0012$ ,  $P < 0.0001$ ), 三种仪器 Kappa 角测量结果两两间一致性好, Alpha 角测量结果两两间一致性较差。

**结论:** 白内障患者术前进行多焦点人工晶状体植入决策时, Lenstar 900、IOL Master 700 和 iTrace 之间测量的 Alpha 角结果一致性较差, 临床应用时需参考对比多种仪器测量结果。如白内障患者术前无法得到 Alpha 角的数据时, 三种仪器测量得到的 Kappa 角均可以为多焦点人工晶状体植入决策提供有用的信息。

**关键词:** 白内障; Kappa 角; Alpha 角; 瞳孔

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2022.3.29

## Comparative study of angle Kappa and angle Alpha measured with three instruments before age-related cataract surgery

Shuai-Shuai Liu, Lei Ding, Shuang Zhang, Xiao-Chen Ding, Meng-Ya Cheng

Hefei Aier Ophthalmology Hospital of Anhui Medical University,

Hefei 230031, Anhui Province, China

**Correspondence to:** Shuai-Shuai Liu. Hefei Aier Ophthalmology Hospital of Anhui Medical University, Hefei 230031, Anhui Province, China. [lssmq@163.com](mailto:lssmq@163.com)

Received: 2021-08-10 Accepted: 2022-01-24

## Abstract

• **AIM:** To compare the consistency of angle Kappa and angle Alpha in age-related cataract eyes with three different instruments.

• **METHODS:** Prospective study. Totally 60 eyes of 30 patients with age-related cataract from December 1 to December 30, 2020 were collected. After adapting to 10min in the darkroom before operation, the angle Kappa and angle Alpha were measured with iTrace, Lenstar 900 and IOL Master 700 biometric instruments, respectively. The difference and consistency of the three instruments were analyzed.

• **RESULTS:** The results of angle Kappa measurement of iTrace, Lenstar 900 and IOL Master 700 were  $0.25 \pm 0.13$ ,  $0.19 \pm 0.11$ ,  $0.21 \pm 0.11$  mm ( $F = 1.903$ ,  $P = 0.155$ ). The results of angle Alpha measurement of the three instruments were  $0.31 \pm 0.11$ ,  $0.36 \pm 0.16$ ,  $0.36 \pm 0.14$  mm ( $F = 2.999$ ,  $P = 0.052$ ). The proportion of angle Kappa of the three instruments greater than 0.5mm is 3%, 2% and 2%, and the proportion of angle Alpha greater than 0.5mm is 5%, 15% and 22%. The distribution of angle Kappa and angle Alpha is mainly in the temporal side of both eyes. Compared with the angle Kappa distribution of both eyes, the temporal distribution ratio of angle Alpha is higher, and the distribution of angle Alpha measured by iTrace is closer than that of Lenstar 900 and IOL Master 700 along the horizontal line. There was a positive correlation between angle Alpha and angle Kappa measured by each instrument ( $r = 0.2941$ ,  $0.4082$ ,  $0.5137$ ;  $P = 0.0226$ ,  $P = 0.0012$ ,  $P < 0.0001$ ). The consistency of angle Kappa measurement results of three kinds of instruments was good, while that of angle Alpha measurement results was poor.

• **CONCLUSION:** When making the decision of multifocal intraocular lens implantation before cataract surgery, the consistency of angle Alpha measured by Lenstar 900, IOL Master 700 and iTrace is poor, so it is necessary to compare and refer to the results of various instruments in clinical application. When the data of angle Alpha could not be obtained before cataract surgery, the angle Kappa measured with the three instruments could provide useful information for multifocal IOL implantation decision.

• **KEYWORDS:** cataract; angle Kappa; angle Alpha; pupil

**Citation:** Liu SS, Ding L, Zhang S, *et al.* Comparative study of angle Kappa and angle Alpha measured with three instruments before age-related cataract surgery. *Guoji Yanke Zazhi(Int Eye Sci)* 2022; 22(3):490-494

## 0 引言

近年来,进行多焦点人工晶状体植入的患者稳步增加,由于术后远视力和近视力的普遍提高,大多数患者获得了满意的术后结果。然而,一些患者在多焦点人工晶状体植入后会出现不适症状,如眩光和光晕等,这些症状会影响患者的生活质量。既往研究表明多焦点人工晶状体的光学中心、视轴和瞳孔轴之间的较大偏差会导致视觉质量下降<sup>[1-2]</sup>。因此,建议在进行多焦点人工晶状体植入的年龄相关性白内障患者术前检查中应包括 Alpha 角和 Kappa 角的测量。目前 iTrace 作为 Kappa 角和 Alpha 角测量的常用仪器之一,临床应用普遍,而为了提高术前检测效率,Lenstar 900 和 IOL Master 700 作为白内障术前常用的生物测量仪,可以通过一次检查得出眼轴长度、角膜曲率、前房深度、晶状体厚度、瞳孔大小及白到白等参数,内置多种人工晶状体计算公式计算人工晶状体度数同时,两种仪器还可以测量 Kappa 角和 Alpha 角,用于多焦点人工晶状体术前评估,但 Lenstar 900、IOL Master 700 和 iTrace 测量 Kappa 角和 Alpha 角的原理不同,而临床上目前关于三种仪器间 Kappa 角和 Alpha 角一致性的研究较少,特别是 Alpha 角的一致性,需要研究评估其一致性和临床应用的可行性。

## 1 对象和方法

**1.1 对象** 前瞻性研究。收集安徽医科大学附属合肥爱尔眼科医院 2020-12-01/12-30 拟行白内障超声乳化吸除联合人工晶状体植入手术的年龄相关性白内障患者 30 例 60 眼。纳入标准:(1)诊断为年龄相关性白内障;(2)根据 Lens Opacities III 评分系统(LOCS III),晶状体混浊分级 C3 及以下,核 NO3 NC3 及以下。排除标准:(1)患者存在角膜疾病、青光眼、虹膜疾病、先天性眼球发育异常、外伤史、手术史;(2)白内障为明显的后囊下混浊,C4 及以上、NO4 NC4 及以上;(3)角膜接触镜配戴史或无法配合检查者。本研究获得安徽医科大学附属爱尔眼科医院伦理委员会的批准(No.202101),符合《赫尔辛基宣言》。所有患者均自愿参加此项研究,并签署知情同意书。

**1.2 方法** 本研究所有测量均在同一暗室检查环境中暗适应 10min 后由同一操作者完成,所有被检查者均为自然瞳孔状态,在 15min 内依次应用 iTrace、Lenstar 900 和 IOL Master 700 三种仪器先检查每位患者的右眼后再检查左眼进行测量,被检测者头位保持正位,下颌置于下颌托上,额头贴紧额托,睁大双眼注视仪器内注视点,采用自动测量模式,每只眼睛进行 3 次连续测量。测量后记录瞳孔直径、水平角膜直径、Kappa 角和 Alpha 角 3 次连续有效测量结果的平均值。本研究中 iTrace 的 Kappa 角、Alpha 角是通过仪器内置算法计算直接获得的角膜映光点距瞳孔中心和角膜中心的点距离。IOL Master 700 和 Lenstar 900 则是测量患者视轴与瞳孔中心的水平距离( $P_x$ )和垂直距离( $P_y$ )、视轴与角膜中心的水平距离( $I_x$ )和垂直距离( $I_y$ ),再通过计算得到 Kappa 角( $Kappa = \sqrt{P_x^2 + P_y^2}$ ),Alpha 角( $Alpha = \sqrt{I_x^2 + I_y^2}$ )。

表 1 三种仪器测量各指标结果比较

仪器	瞳孔直径 (mm)	水平角膜 直径(mm)	Alpha 角 (mm)	Kappa 角 (mm)
iTrace	4.71±1.05	11.11±0.4	0.31±0.11	0.25±0.13
Lenstar 900	4.83±0.84	11.72±0.4	0.36±0.16	0.19±0.11
IOL Master 700	4.77±0.75	11.80±0.4	0.36±0.14	0.21±0.11
<i>F</i>	5.372	56.131	2.999	1.903
<i>P</i>	0.005	<0.001	0.052	0.155

统计学分析:采用 SPSS 22.0 及 Graphpad Prism8 软件分析数据。所有参数经过 Kolmogorov-Smirnov 检验均符合正态分布,采用均数±标准差表示。采用单因素方差分析统计三组数据总体差异(检验水准: $\alpha = 0.05$ )。采用 Bland-Altman 分析对三种仪器两两检测结果的一致性进行评估,同时计算出 95% 一致性界限(95% limits of agreement,95%LOA)作为一致性评价指标。采用 Pearson 相关系数分析两两仪器间 Kappa 角和 Alpha 角的相关性(检验水准: $\alpha = 0.05$ , $0.7 \leq |r| < 1$  表示高度相关, $0.3 \leq |r| < 0.7$  表示中度相关, $|r| < 0.3$  表示低度相关),计数资料采用 Fisher 确切概率法(检验水准: $\alpha = 0.05$ ),进一步两两对比分析采用 Bonferroni 检验(检验水准: $\alpha = 0.016$ )。

## 2 结果

**2.1 纳入研究患者的一般资料** 纳入年龄相关性白内障患者 30 例 60 眼,其中男 10 例 20 眼、女 20 例 40 眼,平均年龄为 64.05±5.14 岁,平均眼轴长度为 23.11±0.89mm,平均角膜曲率为 44.33±1.68D。

**2.2 三种仪器测量各指标结果比较** iTrace、Lenstar 900 和 IOL Master 700 瞳孔直径测量结果比较差异有统计学意义( $F = 5.372$ , $P = 0.005$ ),水平角膜直径测量结果比较差异有统计学意义( $F = 56.131$ , $P < 0.001$ ),Bonferroni 检验进一步两两对比分析,iTrace 与 Lenstar 900、Lenstar 900 与 IOL Master 700 瞳孔直径测量结果比较差异无统计学意义( $P = 0.135$ ,0.666),iTrace 与 IOL Master 700 瞳孔直径测量结果比较差异有统计学意义( $P = 0.004$ )。iTrace 与 Lenstar 900、iTrace 与 IOL Master 700 测量水平角膜直径结果差异均有统计学意义(均  $P < 0.001$ ),Lenstar 900 和 IOL Master 700 水平角膜直径测量结果差异无统计学意义( $P = 0.522$ )。Kappa 角测量结果比较差异无统计学意义( $F = 1.903$ , $P = 0.155$ ),Alpha 角测量结果比较差异无统计学意义( $F = 2.999$ , $P = 0.052$ ),见表 1。

**2.3 三种仪器测量白内障患者 Kappa 角和 Alpha 角分布及大小情况** iTrace、Lenstar 900 和 IOL Master 700 测量白内障患者 Kappa 角>0.5mm 的比例分别为 2 眼(3%)、1 眼(2%)、1 眼(2%),差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),见图 1;三种仪器测量的 Alpha 角大于 0.5mm 的比例分别为 3 眼(5%)、9 眼(15%)、13 眼(22%),差异有统计学意义( $P < 0.05$ ),见图 2。进一步两两比较,iTrace 与 IOL Master 700 组测量 Alpha 角大于 0.5mm 的比例差异有统计学意义( $P = 0.007$ ),iTrace 与 Lenstar 900、Lenstar 900 与 IOL Master 700 组差异均无统计学意义( $P = 0.068$ ; $P = 0.345$ )。白内障患者的 Kappa 角和 Alpha 角分布主要是在双眼的颞侧。相对于双眼的 Kappa 角分布,Alpha 角颞侧分布比率更高,且

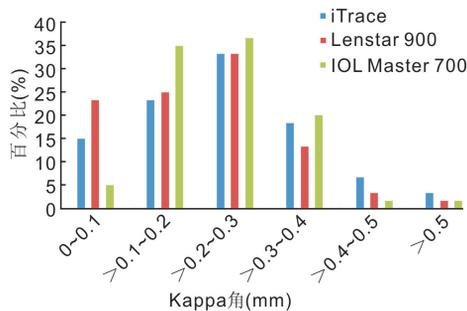


图1 三种仪器测量年龄相关性白内障患者 Kappa 角分布情况。

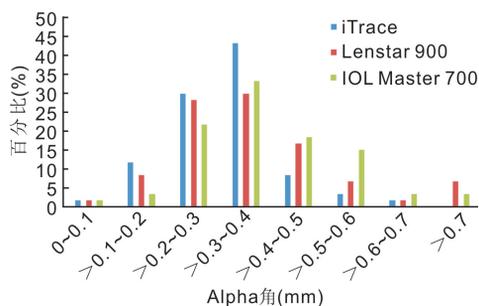


图2 三种仪器测量年龄相关性白内障患者 Alpha 角分布情况。

iTrace 测量的 Alpha 角分布较 Lenstar 900 和 IOL Master 700 沿水平线分布也更加紧密,见图3。

**2.4 三种仪器测量白内障患者 Kappa 角和 Alpha 角的相关性和一致性** iTrace、Lenstar 900 和 IOL Master 700 测量得到的 Kappa 角和 Alpha 角之间均呈正相关关系 ( $r=0.2941, 0.4082, 0.5137, P=0.0226, 0.0012, P<0.0001$ ), 见图4。iTrace 和 Lenstar 900、iTrace 和 IOL Master 700、Lenstar 900 和 IOL Master 700 测量的 Kappa 角均呈中度相关 ( $r=0.554, 0.553, 0.632$ , 均  $P<0.001$ ); iTrace 和 Lenstar 900、iTrace 和 IOL Master 700、Lenstar 900 和 IOL Master 700 测量的 Alpha 角均呈中度相关 ( $r=0.506, 0.656, 0.528$ , 均  $P<0.001$ )。iTrace 和 Lenstar 900、iTrace 和 IOL Master 700、Lenstar 900 和 IOL Master 700 测量的 Kappa 角 95% LOA 分别为  $-0.23 \sim 0.27, -0.18 \sim 0.24, -0.21 \sim 0.22\text{mm}$ ; Alpha 角 95% LOA 分别为  $-0.32 \sim 0.22, -0.27 \sim 0.16, -0.29 \sim 0.28\text{mm}$ , 见图5。

### 3 讨论

Kappa 角是指瞳孔轴和视轴的夹角, Alpha 角被定义为光轴和视轴的夹角, 它与人工晶状体倾斜度相关, 关于 Alpha 角如何影响手术结果, 目前还没有明确的结论, 但《中国多焦点人工晶状体临床应用专家共识(2019年)》要求对于多焦点人工晶状体植入时, Alpha 需小于  $0.5\text{mm}^{[3]}$ 。目前临床上可以对白内障术前 Kappa 角和 Alpha 角同时进行测量的仪器包括 iTrace 视觉分析仪、Lenstar 900 生物测量仪、IOL Master 700 生物测量仪等, 为多焦点人工晶状体的选择提供依据。但三种仪器测量原理不同, 且目前对于三种仪器测量 Kappa 角和 Alpha 角的对比研究比较少, 有必要对三种仪器 Kappa 角和 Alpha 角测量结果的一致性、相关性、差异性进行比较, 为临床应用提供参考。

既往研究认为, Kappa 角的大小与多焦点人工晶状体植入术后出现的不良视觉症状具有明显相关性, 可能的原

因是, 当 Kappa 角较大时, 在同一衍射环内沿每个方向进入的光量可能会变化<sup>[4-6]</sup>。这将导致视网膜上的光分布不平衡, 最终导致术后不良的视觉症状, 另外大 Kappa 角意味着视轴通过周边衍射环成像<sup>[7]</sup>, 造成术后的视觉干扰现象。Moshirfar 等<sup>[8]</sup>认为利用 Kappa 角调整多焦点人工晶状体的位置可能有助于减少眩光和光晕现象, 因此 Kappa 角对眼科临床应用多焦点人工晶状体具有重要意义。本研究中 iTrace、Lenstar 900、IOL Master 700 测量的 Kappa 角大小分别为  $0.25 \pm 0.13, 0.19 \pm 0.11, 0.21 \pm 0.11\text{mm}$ , 与高心怡<sup>[7]</sup>和梁健恒等<sup>[9]</sup>研究结果类似, 三种仪器 Kappa 角测量结果差异无统计学意义, 且 Bland-Altman 置信区间范围均  $<0.5\text{mm}$ , 因此可以认为三种仪器之间 Kappa 角测量结果的一致性较好。而国内温凯等<sup>[10]</sup>对 1031 眼使用 iTrace 测量的 Kappa 角为  $0.43 \pm 0.42\text{mm}$ , 相对于本研究中 iTrace 测量的 Kappa 角结果偏大, 但本研究与 Meng 等<sup>[11]</sup>对上海市 15127 白内障眼 Kappa 角结果  $0.30 \pm 0.18\text{mm}$  接近, 考虑可能与研究的样本量及不同地区人眼 Kappa 角存在差异有关。另外李孟琼等<sup>[12]</sup>研究显示, 瞳孔直径会直接影响到 Kappa 角的大小, 本研究虽然三种仪器测量瞳孔大小结果差异存在统计学意义, 但因差异较小, 因此对 Kappa 角影响程度小, 与既往研究结果一致<sup>[13]</sup>。最后, 三种仪器测量 Kappa 角结果大于  $0.5\text{mm}$  的比例分别为 3%、2%、2%, 和梁健恒等<sup>[9]</sup>研究结果类似, 提示大部分患者的 Kappa 角是适合植入多焦点人工晶状体的。

Alpha 角能反映晶状体囊袋中心与视轴之间的相对位置关系, Wang 等<sup>[14]</sup>研究认为人工晶状体倾斜与 Alpha 角呈正相关。马健利等<sup>[15]</sup>研究认为, 大 Alpha 角对多焦点人工晶状体植入术后视力及眩光、光晕都有影响, 《中国多焦点人工晶状体临床应用专家共识(2019年)》提出, Alpha 角  $>0.5\text{mm}$  应谨慎选用多焦点人工晶状体<sup>[3]</sup>。樊保良等<sup>[16]</sup>对 59 眼年龄相关性白内障患者应用 Lenstar 900 和 iTrace 测量 Alpha 角后得出两种仪器的测量结果一致性良好, 本研究中 iTrace、Lenstar 900、IOL Master 700 测量的 Alpha 角结果差异虽然没有统计学意义 ( $P=0.052$ ), 但三种仪器两两间 Alpha 角 Bland-Altman 分析一致性范围均较宽, 因此本研究认为三种仪器 Alpha 角测量结果之间的一致性差。梁健恒等<sup>[9]</sup>在暗室环境中对 iTrace 和 IOL Master 700 Alpha 角测量结果对比分析认为两种仪器间一致性较差, 与本研究结果一致, 差异考虑与以下因素相关: (1) 三种仪器测量的原理不同, iTrace 采用相差原理间接测量得到 Alpha 角, 而 Lenstar 900 和 IOL Master 700 采用低相干光原理和扫频 OCT 原理直接测量 Alpha 角; (2) 三种仪器对角膜缘图像识别差异, 导致水平角膜直径测量结果之间差异, 从而直接影响三种仪器间的 Alpha 角结果; (3) 从水平角膜直径测量结果可以看出 iTrace 测量的水平角膜直径结果较 Lenstar 900 和 IOL Master 700 均小, 考虑 iTrace 在识别角膜缘时可能受到 Placido 盘的影响; (4) 本研究样本量较小。最后本研究显示 iTrace、Lenstar 900、IOL Master 700 测量的 Alpha 角结果大于  $0.5\text{mm}$  的比例分别为 3%、15%、22%, 差异存在统计学意义, 虽然 iTrace 和 Lenstar 900 测量得到的更接近, 但 IOL Master 700 Alpha 角  $>0.5\text{mm}$  的比例与 Mahr 等<sup>[17]</sup>应用 iTrace 测量 3382 眼的结果更接近, 提示不同仪器间测量 Alpha 角差异较大, 在白内障术前评估多焦点人工晶状体应用时需要注意。

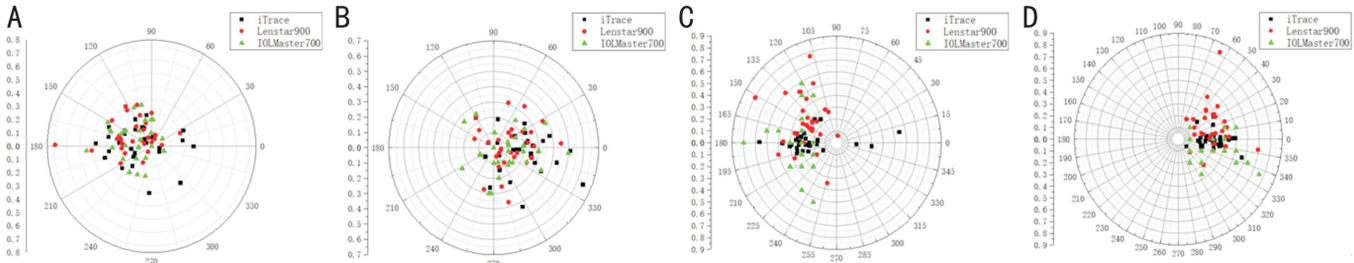


图3 三种仪器测量的 Kappa 角和 Alpha 角在双眼的分布情况 A:应用三种仪器测量 Kappa 角的分布情况(右眼);B:应用三种仪器测量 Kappa 角的分布情况(左眼);C:应用三种仪器测量 Alpha 角的分布情况(右眼);D:应用三种仪器测量 Alpha 角的分布情况(左眼)。

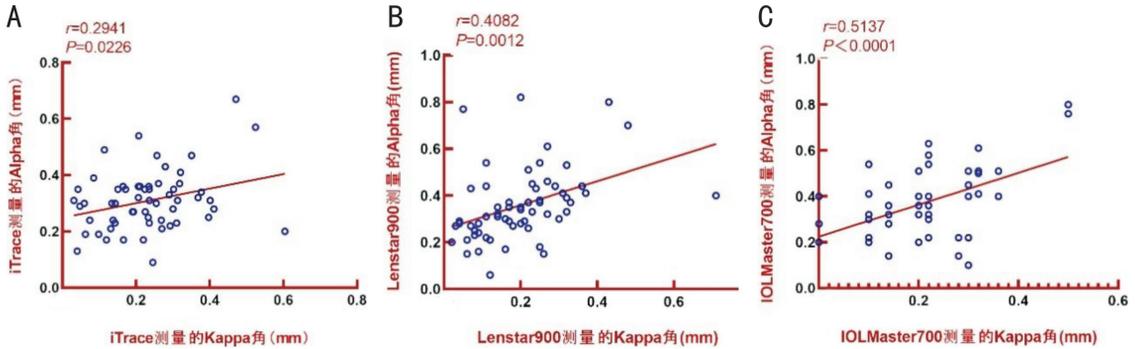


图4 三种仪器测量的 Kappa 角和 Alpha 角相关性分析 A:iTrace 测量的 Alpha 角和 Kappa 角的相关性;B:Lenstar 900 测量的 Alpha 角和 Kappa 角的相关性;C:IOL Master 700 测量的 Alpha 角和 Kappa 角的相关性。

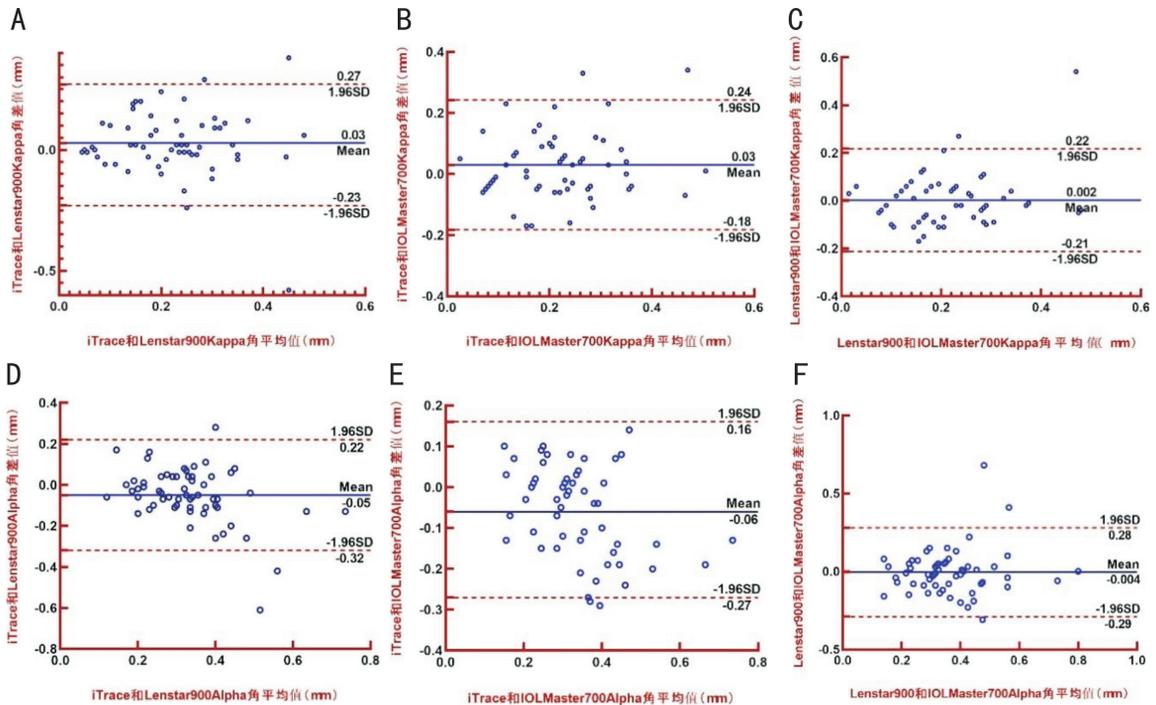


图5 三种测量仪测量白内障患者 Kappa 角和 Alpha 角的 Bland-Altman 一致性分析结果 A:iTrace 和 Lenstar 900 测量 Kappa 角的一致性;B:iTrace 和 IOL Master 700 测量 Kappa 角的一致性;C: Lenstar 900 和 IOL Master 700 测量 Kappa 角的一致性;D:iTrace 和 Lenstar 900 测量 Alpha 角的一致性;E:iTrace 和 IOL Master 700 测量 Alpha 角的一致性;F: Lenstar 900 和 IOL Master 700 测量 Alpha 角的一致性。

本研究的三种仪器对白内障术前 Alpha 角和 Kappa 角测量结果均显示以颞侧分布为主,与 Kappa 角相比,Alpha 角更集中分布于颞侧,双眼分布类似,且 iTrace 对 Alpha 角的测量结果更集中于水平线,和既往研究结果一致<sup>[17-18]</sup>,且 Wang 等<sup>[18]</sup>对比白内障术前和术后 Kappa 角和 Alpha 角的变化后认为,白内障超声乳化术后 Kappa 角可

能发生较大改变,而 Alpha 角在白内障术后和术前相比,大小和方向变化较小,更稳定,但本研究中显示 Lenstar 900 和 IOL Master 700 测量的 Alpha 角较 iTrace 测量的 Alpha 角结果分布较 iTrace 更分散,Lenstar 900 和 IOL Master 700 对白内障术前术后 Alpha 角的评估是否具有和 iTrace 同样的稳定性有待进一步的研究证实。

本研究三种仪器测量得到的 Kappa 角和 Alpha 角之间均呈正相关性,与 Meng 等<sup>[11]</sup>对 15127 名上海人 Kappa 角和 Alpha 角统计结果以及王睿等<sup>[19]</sup>研究结果一致。Alpha 角和 Kappa 角之间的正相关关系表明,当白内障术前无法得到 Alpha 角的数据时,Kappa 角测量结果可以为白内障患者的多焦点人工晶状体植入决策提供参考。

综上,在白内障术前进行多焦点人工晶状体植入决策时,Lenstar 900 和 IOL Master 700 测量的 Alpha 角与 iTrace 测量的 Alpha 角结果之间一致性较差,临床应用时需谨慎参考多种仪器测量结果进行决策。当白内障术前无法得到 Alpha 角的数据时,三种仪器测量得到的 Kappa 角均可以为多焦点人工晶状体植入决策提供参考。

#### 参考文献

- 1 Lee CY, Huang JY, Sun CC, *et al.* Correlation and predictability of ocular aberrations and the visual outcome after quadrifocal intraocular lens implantation; a retrospective longitudinal study. *BMC Ophthalmol* 2019;19(1):1-8
- 2 Kim JW, Eom Y, Chung HW, *et al.* Factors for good near and distance visual outcomes of multifocal intraocular lens with inferior segmental near add. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2020;258(8):1735-1743
- 3 中华医学会眼科学分会白内障及人工晶状体学组. 中国多焦点人工晶状体临床应用专家共识(2019年). *中华眼科杂志* 2019;55(7):491-494
- 4 Karhanová M, Pluháček F, Mlčák P, *et al.* The importance of angle kappa evaluation for implantation of diffractive multifocal intra-ocular lenses using pseudophakic eye model. *Acta Ophthalmol* 2015; 93(2): 123-128
- 5 Prakash G, Prakash DR, Agarwal A, *et al.* Predictive factor and kappa angle analysis for visual satisfactions in patients with multifocal IOL implantation. *Eye* 2011;25:1187-1193
- 6 Tchah H, Nam K, Yoo A. Predictive factors for photic phenomena after refractive, rotationally asymmetric, multifocal intraocular lens implantation. *Int J Ophthalmol* 2017;10(2):241-245

- 7 高心怡. 年龄相关性白内障患者 Kappa 角和 Alpha 角的变化趋势研究. 中国医科大学 2017
- 8 Moshirfar M, Hoggan RN, Muthappan V. Angle Kappa and its importance in refractive surgery. *Oman J Ophthalmol* 2013; 6(3): 151-158
- 9 梁健恒, 冯希, 许雅利, 等. 视觉功能分析仪和扫频光学生物测量仪测量白内障患者 Kappa 角与 Alpha 角的比较. *中华眼视光学与视觉科学杂志* 2021;23(2):98-103
- 10 温凯, 张红, 孙靖, 等. kappa 角在人群中的分布:基于 iTrace 像差仪的研究. *眼科新进展* 2018;38(3):265-268
- 11 Meng J, Du Y, Wei L, *et al.* Distribution of angle  $\alpha$  and angle  $\kappa$  in a population with cataract in Shanghai. *J Cataract Refract Surg* 2021; 47(5):579-584
- 12 李孟琼, 毛祖红, 张广斌. 白内障患者 Kappa 角特点及明暗状态下的变化. *中华眼视光学与视觉科学杂志* 2019; 21(7):499-506
- 13 刘帅帅, 张霜, 丁蕾, 等. 四种仪器在暗室环境下测量白内障患者 Kappa 角的对比研究. *眼科学报* 2021; 36(7):8
- 14 Wang L, de Souza RG, Weikert MP, *et al.* Evaluation of crystalline lens and intraocular lens tilt using a swept-source optical coherence tomography biometer. *J Cataract Refract Surg* 2019;45(1):35-40
- 15 马健利, 王文亭, 姜雅琴, 等. Alpha 角对多焦点人工晶状体植入术后视觉质量影响. *中华眼视光学与视觉科学杂志* 2019;21(12):906-909
- 16 樊保良, 王静, 邵雨双, 等. Lenstar LS900 测量仪与 iTrace 视觉功能分析仪测量白内障患者术前 Kappa 角与 Alpha 角一致性研究. *眼科新进展* 2020; 40(4):340-343
- 17 Mahr MA, Simpson MJ, Erie JC. Angle alpha orientation and magnitude distribution in a cataract surgery population. *J Cataract Refract Surg* 2020; 46(3):372-377
- 18 Wang R, Long T, Gu X, *et al.* Changes in angle kappa and angle alpha before and after cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 2020; 46(3):365-371
- 19 王睿, 龙潭, 马挺. 白内障患者术前 Kappa 角和 Alpha 角相关性研究. *临床医学研究与实践* 2018;3(34):7-9