

浸润式 B 超引导下的 A 超分段式声速测量在致密型白内障眼轴测量中的准确性

张帆^{1,2}, 陈彦辰³, 巫雷¹, 杨波¹

引用:张帆,陈彦辰,巫雷,等. 浸润式 B 超引导下的 A 超分段式声速测量在致密型白内障眼轴测量中的准确性. 国际眼科杂志, 2024,24(8):1319-1323.

基金项目:2021 年成都市医学科研课题(No.2021300)

作者单位:¹(610041) 中国四川省成都市,成都爱尔眼科医院;

²(610213) 中国四川省成都市,四川泰康医院眼科;³(610096) 中

国四川省成都市,爱尔眼科四川眼科医院

作者简介:张帆,硕士研究生,副主任医师,研究方向:屈光及疑难白内障、青光眼。

通讯作者:巫雷,本科,主任医师,副院长,研究方向:屈光及疑难白内障、青光眼. 1072627187@qq.com

收稿日期:2023-07-31 修回日期:2024-06-17

摘要

目的:观察浸润式 B 超引导下的 A 超分段式声速测量在致密型白内障眼轴测量中的准确性。

方法:前瞻性研究。选取成都爱尔眼科医院 2020-08/2022-08 致密型白内障患者 86 例 90 眼,男 61 例 59 眼,女 25 例 31 眼,平均年龄 66.49±14.55 岁。术前分别采用接触式 A 超,浸润式 B 超引导下 A 超分段式声速测量法与 IOL Master 700 测量眼轴(AL)、前房深度(ACD)(含角膜厚度)、角膜曲率(K)、晶状体厚度(LT)、中央角膜厚度(CCT)、白到白角膜直径(WTW)。术后 1 wk,使用 IOL Master 700 的无晶状体眼模式复测眼轴长度。分析三种设备测量眼轴的一致性与相关性。

结果:术前接触式 A 超与浸润式 B 超引导下 A 超分段式声速测量眼轴为 23.40(22.63,23.89)、23.70(23.04,24.25) mm,术后 1 wk IOL Master 700 测量眼轴为 23.72(23.01,24.27) mm。接触式 A 超与浸润式 B 超引导下 A 超分段式声速测量法、术后 IOL Master 700 测量眼轴差异均有统计学意义($P=0.018$),而浸润式 B 超引导下 A 超分段式声速测量法与术后 IOL Master 700 测量眼轴差异无统计学意义($P=0.991$)。通过 Bland-Altman 分析,浸润式 B 超引导下 A 超分段式声速测量法与 IOL Master 700 测量眼轴有很好的 consistency($P=0.0809$)。术前浸润式 B 超引导下 A 超分段式声速测量法与术后 IOL Master 700 眼轴正相关($r_s=0.992, P<0.0001$),术前接触式 A 超与术后 IOL Master 700 眼轴正相关($r_s=0.989, P<0.0001$)。

结论:对于致密型白内障,浸润式 B 超引导下 A 超分段式声速测量比接触式 A 超更接近术后 IOL Master 700 眼轴测量数据,具有良好的相关性和一致性。

关键词:眼轴;致密型白内障;IOL Master 700;A 超;浸润式 B 超引导下的 A 超

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2024.8.26

Accuracy of infiltrating B ultrasound guided A - scan segment biometric measurement of axial length in dense cataract

Zhang Fan^{1,2}, Chen Yanchen³, Wu Lei¹, Yang Bo¹

Foundation item: Chengdu Municipal Medical Science Foundation in 2021 (No.2021300)

¹Chengdu Aier Eye Hospital, Chengdu 610041, Sichuan Province, China; ²Department of Ophthalmology, Sichuan Taikang Hospital, Chengdu 610213, Sichuan Province, China; ³Sichuan Eye Hospital, Aier Eye Hospital Group, Chengdu 610096, Sichuan Province, China

Correspondence to: Wu Lei. Chengdu Aier Eye Hospital, Chengdu 610041, Sichuan Province, China. 1072627187@qq.com

Received:2023-07-31 Accepted:2024-06-17

Abstract

• **AIM:** To observe the accuracy of infiltrating B ultrasound guided A-scan segment biometric measurement of axial length in dense cataract.

• **METHODS:** Perspective study. A total of 86 patients (90 eyes) with dense cataract were selected from Chengdu Aier Eye Hospital from August 2020 to August 2022. There were 61 males (59 eyes) males and 25 females (31 eyes) females, with an average age of 66.49±14.55 years. The axial length (AL), anterior chamber depth (ACD) (including corneal thickness), corneal curvature (K), lens thickness (LT), central corneal thickness (CCT), and white-to-white (WTW) were measured preoperatively by contact A - scan, infiltrating B ultrasound guided segmented A-scan, and IOL Master 700, respectively. At 1 wk postoperatively, AL was retested by IOL Master 700 in aphakic mode. Furthermore, the agreements and correlations of AL obtained by the three kinds of devices were analyzed.

• **RESULTS:** The AL measured by contact A - scan and infiltrating B ultrasound guided segmented A-scan were 23.40 (22.63, 23.89) mm and 23.70 (23.04, 24.25) mm, respectively, and the AL measured by IOL Master 700 at 1 wk postoperatively was 23.72 (23.01, 24.27) mm. There were statistical significant difference in AL measured by the three methods ($P=0.018$), while there were no statistical significant difference in AL measured by infiltrating B ultrasound guided segmented A - scan and IOL Master 700 ($P=0.991$). Bland-Altman analysis showed

that there was a good agreement in AL measured by infiltrating B ultrasound guided segmented A-scan and IOL Master 700 ($P = 0.0809$). The AL measured by infiltrating B ultrasound guided segmented A-scan and IOL Master 700 was positively correlated ($r_s = 0.992$, $P < 0.0001$), and the AL was positively correlated between preoperative contact A-scan and postoperative IOL Master 700 ($r_s = 0.989$, $P < 0.0001$).

• **CONCLUSION:** For dense cataract, infiltrating B ultrasound guided A-scan segment biometric measurement, which has good correlations and agreement, is closer to the AL measured by IOL Master 700 postoperatively than that measured by contact A-scan.

• **KEYWORDS:** axial length; dense cataract; IOL Master 700; A-scan; infiltrating B ultrasound guided A-scan

Citation: Zhang F, Chen YC, Wu L, et al. Accuracy of infiltrating B ultrasound guided A-scan segment biometric measurement of axial length in dense cataract. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)*, 2024, 24(8):1319-1323.

0 引言

随着眼球生物参数测量方法的增加,人工晶状体计算公式的多样化,手术技术及设备的推陈出新,术前预测人工晶状体的屈光度也愈来愈精准。然而,临床中仍会遇到白内障术后实际屈光状态与术前预测值之间存在误差的现象,其根本原因为眼轴(axial length, AL)的测量误差^[1],目前认为,眼轴每偏差1 mm可导致约2.8 D的术后屈光误差^[2]。近年来,随着扫频光学相干断层扫描技术(swept-source optical coherence tomography SS-OCT)的广泛使用,进一步提高了眼轴测量的精准性^[3]。国际上有学者建议可将SS-OCT作为测量任何类型白内障眼轴长度的金标准^[3-4]。然而仍有部分致密型白内障(晶状体Emery核硬度分级 \geq IV级,或LOCS III \geq NO4, NC4, C4, P3)无法使用SS-OCT检测有效眼轴长度^[5]。此外,在基层或少数民族地区,因部分医院投入及设备的局限性,目前眼轴测量仍以A超为主。传统接触式A型超声测量受眼结构变化和操作技能影响,结果差异性较大。近年来,国内浸润式B型超声引导下A超分段声速测量已被应用于高度近视白内障眼轴测量中,平均眼轴与光学生物测量的结果相当接近^[6]。本研究旨在通过比较浸润式B型超声引导下A超分段声速测量超声方法与基于SS-OCT技术的IOL Master 700在致密型白内障眼轴测量中的一致性,为此类患者眼轴测量在临床应用提供依据。

1 对象和方法

1.1 对象 前瞻性研究。选取成都爱尔眼科医院2020-08/2022-08致密型白内障患者88例92眼。纳入标准:(1)年龄 >18 岁;(2)术前角膜上皮完整,能配合测量眼轴者;(3)晶状体Emery核硬度分级 \geq IV级(或LOCS III \geq NO4, NC4, C4, P3)^[5],术前IOL Master 700无法检测有效眼轴。排除标准:(1)合并角膜病变、葡萄膜炎、晶状体脱位、眼部感染、青光眼、眼底疾病等;(2)既往眼部外伤史、手术史者;(3)术中出现后囊膜破裂或人工晶状体未植入患者,术后角膜严重水肿患者。本研究遵循《赫尔辛基宣言》,并通过医院伦理委员会审核批准(No.202100003),

所有患者均对本研究知情同意并签署知情同意书。

1.2 方法 所有检查前与患者充分沟通,检查过程中自然瞬目,避免固视差、泪膜破裂等影响结果的因素且三种测量眼轴的方法均由同一位经验丰富的技师完成,任意一种超声眼轴测试法的先后顺序均采用随机法决定。

1.2.1 接触式A超检查方法 术前表面麻醉下采用A/B超声诊断仪,增益30 dB,致密型白内障自动测量存储模式。患者仰卧位,眼球表面麻醉,指导患者正视上方,置A超探头于角膜中心,垂直于角膜顶点切面,从瞳孔中间位置指向黄斑,测量10组取均值。

1.2.2 浸润式B超引导下A超分段式声速测量方法 术前表面麻醉下采用A/B超声诊断仪,增益50 dB,调整向量A超采样线在屏幕中心。患者仰卧位,眼球表面麻醉,将Hansen水浴眼杯放置于眼表,使用0.9%生理盐水作为介质,将B超(10 MHz)探头置入水浴杯,距离角膜5-10 mm,指导患者注视B超探头中间位置,随B超图像随时移动眼位,达到理想状态时采集水平轴位扫描图像,使向量A超采样线垂直通过角膜双光带,晶状体前后囊中心,与视网膜交点,与视盘中心相距4.5 mm即黄斑区,在可视情况下分五段测量角膜顶点到黄斑的长度。测量3次取均值。

1.2.3 IOL Master 700 检查方法 嘱患者头部置于下颌托上,调整好头部位置至正位,调整仪器手柄将检测镜头对准患眼,嘱患者注视测量镜头中光源,对焦清晰后进入测量界面。选择眼轴菜单中有晶状体眼模式,如3次均未测出眼轴者视为眼轴测量失败,记录眼球生物参数包括眼轴、前房深度(anterior chamber depth, ACD)(含角膜厚度)、角膜曲率(keratometry readings, K)、晶状体厚度(lens thickness, LT)、中央角膜厚度(central corneal thickness, CCT)、白到白角膜直径(white-to-white distance, WTW)。术后1wk测量时选择无晶状体眼模式,要求所有数据稳定且SNR >2 ,测量3次取均值。

1.2.4 手术方法

1.2.4.1 白内障超声乳化吸除人工晶状体植入术 表面麻醉后做透明角膜切口,眼内注入黏弹剂,连续环形撕囊(直径约5.5 mm),分离混浊晶状体,对晶状体核进行超声乳化,吸出皮质,将人工晶状体植入晶状体囊袋中,清除眼内黏弹剂后水密切口。

1.2.4.2 飞秒激光辅助白内障超声乳化吸除及人工晶状体植入术 表面麻醉后采用飞秒激光行撕囊(直径约5.2-5.4 mm),预劈核,透明角膜切口。其他步骤同白内障超声乳化吸除及人工晶状体植入术。

统计学分析:采用SPSS 25.0和MedCalc 16.8统计学软件进行数据分析,计量资料经Kolmogorov-Smirnov检验,符合正态分布的计量资料采用均值 \pm 标准差表示,手术前后比较采用配对 t 检验,不服从正态分布的计量资料采用 $P_{50}(P_{25}, P_{75})$ 表示,采用非参数Kruskal-Wallis H 检验,组内两两比较采用Bonferroni检验。采用Bland-Altman做一致性分析,采用Spearman行相关性分析, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 纳入患者基本情况 本研究术前共纳入致密型白内障88例92眼,因2眼出现术中后囊破裂退出研究。最终共纳入86例90眼,其中男59眼(66%),女31眼(34%),平均年龄 66.49 ± 14.55 岁,平均散光 0.91 ± 0.06 D,66眼

(73%)行白内障超声乳化吸除人工晶状体植入术,24眼(27%)行飞秒激光辅助白内障超声乳化吸除人工晶状体植入术,82眼(91%)植入单焦点人工晶状体,8眼(9%)植入多焦点人工晶状体。

2.2 IOL Master 700 测量手术前后参数比较 纳入患者手术前后 IOL Master 700 测量 Km、K1、K2、WTW 比较差异均无统计学意义($P>0.05$),LT、ACD 比较差异均有统计学意义($P<0.0001$),见表 1。

2.3 三种仪器测量眼轴比较 术前接触式 A 超,浸润式 B 超引导下 A 超分段式声速测量法和术后 IOL Master 700 测量眼轴分别为:23.40 (22.63, 23.89)、23.70 (23.04, 24.25)、23.72 (23.01, 24.27) mm,差异有统计学意义($P=0.018$),进一步两两组间比较接触式 A 超与浸润式 B 超引导下 A 超分段式声速测量法、IOL Master 700 测量眼轴差异均有统计学意义($P=0.042,0.041$),浸润式 B 超引导下 A 超分段式声速测量法与 IOL Master 700 测量眼轴差异无统计学意义($P=0.991$)。Bland-Altman 一致性分析,浸润式 B 超引导下 A 超分段式声速测量法与 IOL Master 700 测量眼轴有较好的一致性($P=0.0809$)。通过 Spearman 行相关性分析,术前浸润式 B 超引导下 A 超分

段式声速测量法与术后 IOL Master 700 测量眼轴正相关($r_s=0.992, P<0.0001$),术前接触式 A 超与术后 IOL Master 700 测量眼轴正相关($r_s=0.989, P<0.0001$),术前接触式 A 超与术前浸润式 B 超引导下 A 超分段式声速测量法测量眼轴正相关($r_s=0.978, P<0.0001$)。三种仪器测量眼轴相关性见图 1-3。

3 讨论

近年来基于 SS-OCT 技术的新型生物测量仪 IOL Master 700 应用于临床,其波长长达 1 055 nm,扫面宽度涉及眼前段 6 mm 及视网膜 1 mm,能可视化测量全眼轴长及观察黄斑中心凹形态以确认固视,国内外均有研究指出 IOL Master 700 测量白内障患者眼球生物参数具有良好的重复性^[3],较 IOL Master 500 有更高的检出率^[7-8]。

尽管光学生物测量日趋完善,但在屈光介质严重混浊、固视能力或眼表情况差的患者中仍效果欠佳。此外,除了致密型白内障,临床上还存在角膜白斑,严重玻璃体积血、无法固视等无法通过光学生物测量有效测量眼轴的情况,术前数据不得而知,只能手术后再行眼轴测量。当 IOL Master 700 测量致密型白内障眼轴时,不足 15%能有效测量眼轴长度^[9],医生可借助其他方法,如国外有专

表 1 IOL Master 700 测量手术前后参数比较

时间	Km(D)	K1(D)	K2(D)	WTW(mm)	LT(mm)	ACD(mm)
术前	44.05±1.76	43.16±4.50	44.51±1.80	11.71±0.43	4.38±0.76	2.97±0.51
术后 1 wk	43.84±1.83	43.30±1.84	44.40±1.90	11.65±0.45	0.65±0.14	3.21±0.45
<i>t</i>	0.215	-0.141	0.119	0.057	132	-4.62
<i>P</i>	0.763	0.935	0.683	0.404	<0.0001	<0.0001

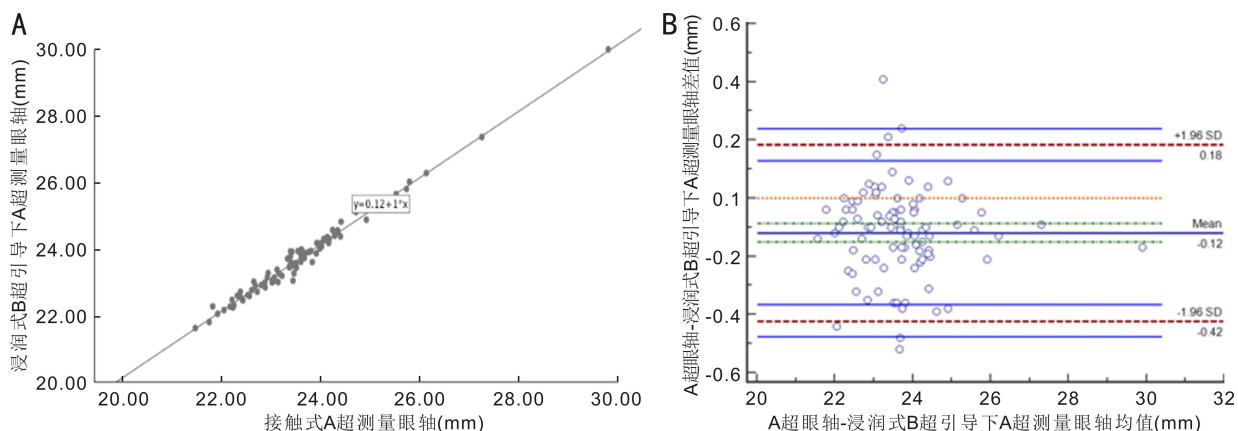


图 1 接触式 A 超与浸润式 B 超引导下 A 超分段式声速测量法测量眼轴的相关与一致性比较 A:相关性;B:一致性。

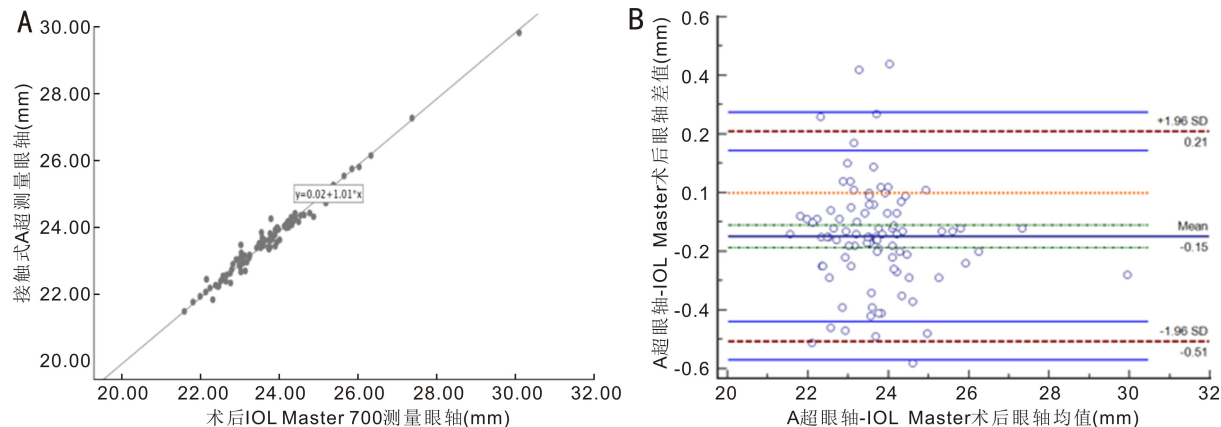


图 2 接触式 A 超与术后 IOL Master 700 测量眼轴的相关性与一致性比较 A:相关性;B:一致性。

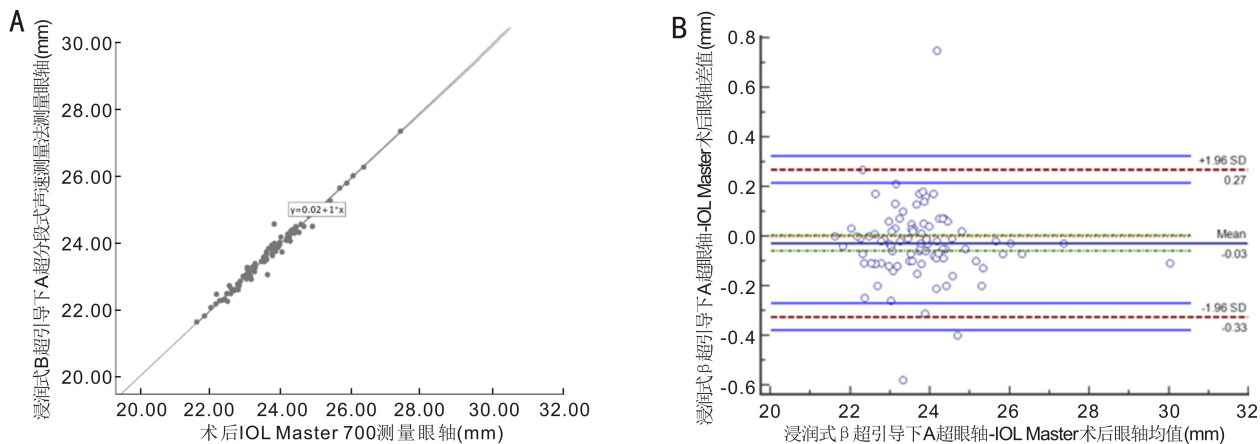


图3 浸润式B超引导下A超分段式声速测量法与术后IOL Master 700测量眼轴的相关性与一致性比较 A:相关性;B:一致性。

家^[10]通过药物散瞳,约76%患眼不再提示低信号质量,但18.98%患眼散瞳前后眼轴测量差异 ≥ 0.1 mm。因此对于出现较大偏差的眼轴测量,或者在无法提供光学生物测量的医院背景下,眼轴测量仍需借助超声测量。

传统的A超是利用10 MHz声波的折射时间差距而计算得出眼轴长度,在正常眼的眼轴测量时具有较好的准确性,超声波由角膜顶点垂直射入,可同时出现角膜波、晶状体前囊波、后囊波及视网膜波,三者相加即为眼轴长度。接触式A超的检出率及准确性均对检查者操作手法及经验有较高要求,不同操作者之间的测量结果均存在差异性。与IOL Master 700比较,有研究显示A超测量眼轴较短^[11],差值约 0.16 ± 0.14 mm^[12]。究其原因主要因为仪器测量原理及操作过程不同导致。因此在运用A型超声测量时需反复多次测量,可辅以B超明确患者眼后节情况,尽量减少测量误差^[13]。而B超作为二维亮度调制型,可直观显示各个生物测量的参考界面,设置向量A型超声的采样线,直观确定黄斑位置,根据B型超声图像调整眼位,减少偏轴测量的误差。浸润式B超引导下A超分段式测量结合了浸润式A超显示组织界面的回波和B型超声的二维定位,对多数难于检测的患眼(高度近视眼,硅油眼等)适用。国内已有学者比较Lenstar LS900与浸润性B超引导下A超分段式测量法在高度近视眼轴测量的一致性较好,具有良好重复性和可靠性^[14]。也有研究比较浸润式B超引导下A超分段式测量与IOL Master在检测高度近视眼轴价值高于接触式A超^[15]。同时有研究通过比较浸润式B超引导下A超分段式测量与Lenstar LS900在硅油填充眼轴测量中一致性良好,可进行准确测量眼轴^[16]。因此我们认为该方法可提供高精度的眼轴测量结果,减少测量误差,且相比传统的A超测量方法,稳定性更高,不受角膜形态等因素的影响。相较接触式A超,只需要增加B超设备,对技术人员进行短时间培训均能获得稳定的测量结果。但因其需要在患者眼部放置水杯,对于眼部有活动性炎症或眼球完整性欠佳的患者,无法实施该操作。

临床上针对最新生物测量仪都无法穿透检测有效眼轴,以及缺乏精准生物测量仪的眼科机构这两种情况,我们在思考除了接触式A超,是否还有临床更易掌握、结果更精准、医院资金投资少的超声生物测量方法。国内外尚缺乏对浸润式B超引导下A超分段式测量在致密型白内障眼轴中的测量相关研究。

本研究纳入了86例90眼致密型白内障,所有患者术前和术后1 wk,ACD、LT的差异均具有统计学意义($P < 0.0001$),这是由于晶状体摘除植入人工晶状体后,前房加深导致的结果,这与之前的研究一致^[17]。然而,正如前文提到的,大部分致密型的白内障,术前IOL Master均无法获得有效眼轴数据,本研究分别采用三种方法获得眼轴数值,行接触式A超,浸润式B超引导下A超分段式声速测量及术后1 wk通过IOL Master无晶状体模式复测眼轴。早期的研究使用A超测量眼轴,探讨了白内障手术后眼轴长度可能减少或增加的情况,结果显示在人工晶状体眼中使用不同的声速时,手术前后眼轴没有变化^[18-20]。随着光学生物测量技术的进步,近期的研究发现,存在白内障术后眼轴测量值的下降^[21-23]。De Bernardo等^[21]指出,现代超声乳化技术似乎不会引起Km和眼轴的变化,而眼轴差异可能是由于IOL Master测量眼轴时选择不同模式造成的结果。此外,他另一个研究建议应用术前眼轴的校正因子0.10 mm来消除IOL度数计算中的任何系统误差,而无需修改晶状体常数^[22]。最后,Zhang等^[23]总结了消除人工晶状体眼轴测量的误差,可以使用无晶状体眼模式测量眼轴。因此本研究应用IOL Master的无晶状体眼模式,在术后1 wk复测眼轴,以此修正IOL Master在手术前后可能存在的测量眼轴不一致的情况。

在本研究中,接触式A超与浸润式B超引导下A超分段式声速测量法测量眼轴存在明显差异,原因可能是接触式A超操作者不可避免对角膜施压。此外,对于致密型白内障患者几乎不能看见A超探头里红色指示灯,不能做良好配合。而浸润式B超引导下A超分段式测量避免对角膜压迫,且能在可视情况下排除黄斑疾病并定标黄斑中心凹,对眼轴做准确测量。最近,刘蕊等^[24]应用浸润式B超引导下A超分段式声速测量及IOL Master 700对白内障眼轴长度测量研究结果一致,表明两种方法均可对正常白内障眼轴进行准确可靠测量。本研究观察到,浸润式B超引导下A超分段式声速测量与术后IOL Master 700之间具有很好的一致性($P = 0.0809$)。另一方面,相关性分析反映浸润式B超引导下A超分段式声速测量与IOL Master术后眼轴相关系数为0.992($P < 0.0001$),接触式A超与IOL Master 700术后眼轴相关系数为0.989($P < 0.0001$),此外前者95%置信区间摆动范围更小,虽然不能说明前两组比后两组更好,但是可以体现他们的更加接近。

因此,对于术前无法检测眼轴的致密型白内障,浸润式 B 超引导下的 A 超分段式声速测量比接触式 A 超更接近术后 IOL Master 700 眼轴测量数据,体现了优秀的相关性和一致性,弥补光学生物测量及 A 超声测量眼轴长度的不足之处。并且因资金投入较少,技术容易掌握,多次操作后即可熟练掌握,可在临床上进行推广。以上办法均为不同类型白内障提供了不同的、准确性更强的测量眼轴的办法,可相互发挥优势,弥补不足。

参考文献

- [1] Omoto MK, Torii H, Hayashi K, et al. Ratio of axial length to corneal radius in Japanese patients and accuracy of intraocular lens power calculation based on biometric data. *Am J Ophthalmol*, 2020, 218: 320–329.
- [2] Kansal V, Schlenker M, Ahmed HK. Interocular axial length and corneal power differences as predictors of postoperative refractive outcomes after cataract surgery. *Ophthalmology*, 2018, 125 (7): 972–981.
- [3] Huang JH, Chen H, Li Y, et al. Comprehensive comparison of axial length measurement with three swept-source OCT-based biometers and partial coherence interferometry. *J Refract Surg*, 2019, 35(2): 115–120.
- [4] Tañá-Rivero P, Tañá-Sanz S, Pastor-Pascual F, et al. Axial length measurement failure rates using optical biometry based on swept-source OCT in cataractous eyes. *Expert Rev Med Devices*, 2022, 19(8): 633–640.
- [5] Chylack LT Jr, Wolfe JK, Singer DM, et al. The lens opacities classification system III. the longitudinal study of cataract study group. *Arch Ophthalmol*, 1993, 111(6): 831–836.
- [6] 刘彩辉, 李岩, 刘洋辰, 等. 浸润式 20 MHz B 型超声引导下分段 A 型超声声速测量在高度近视合并白内障术前检查中的应用. *中华医学超声杂志(电子版)*, 2018, 15(10): 783–785.
- [7] 彭悦, 廖萱, 兰长骏, 等. IOL Master 700 测量白内障眼球生物参数的重复性及眼轴长度检出率. *国际眼科杂志*, 2021, 21(2): 355–359.
- [8] 崔蕊, 杨文利, 李栋军, 等. IOL Master 700 与 IOL Master 500 测量白内障术前眼轴长度的一致性 & 检出率比较. *中华眼视光学与视觉科学杂志*, 2018, 20(11): 659–662.
- [9] González-Godínez S, Saucedo-Urdapilleta R, Mayorquín-Ruiz M, et al. Ocular biometry in dense cataracts: comparison of partial-coherence interferometry, swept-source optical coherence tomography and immersion ultrasound. *Indian J Ophthalmol*, 2022, 70(1): 107–111.
- [10] Bettach E, Weill Y, Aronovitz Y, et al. Advantageous effect of

pupil dilation on the quality of optical biometry axial length measurement in individuals with dense cataract. *J Cataract Refract Surg*, 2022, 48 (11): 1248–1252.

- [11] 陈志刚, 刘高勤. IOL Master 700 与 A 超联合角膜地形图测量对白内障术后屈光误差影响的比较. *国际眼科杂志*, 2022, 22(8): 1369–1372.
- [12] 赵玥, 张森俊, 颜智鹏, 等. 三种仪器测量白内障眼生物学参数的比较. *国际眼科杂志*, 2021, 21(1): 148–151.
- [13] Trivedi RH, Wilson ME. Prediction error after pediatric cataract surgery with intraocular lens implantation: contact versus immersion A-scan biometry. *J Cataract Refract Surg*, 2011, 37(3): 501–505.
- [14] 付庆东, 杨寅寅, 俞萍萍, 等. Lenstar LS900 光学生物测量与浸润式 B 型超声引导下的 A 型超声分段式生物测量法在高度近视眼眼轴测量中的一致性研究. *中华眼科医学杂志(电子版)*, 2019, 9(6): 372–377.
- [15] 高彩荣. 水浴法 B 超在高度近视眼白内障患者生物测量中的应用. *医疗装备*, 2019, 32(20): 77–78.
- [16] 武斌, 陈松, 刘洋辰, 等. 硅油填充眼轴长度浸润式 B 型超声引导下分段声速测量与光学激光生物测量结果比较. *中华眼底病杂志*, 2017, 33(6): 605–608.
- [17] Lee NS, Ong K. Changes in refraction after cataract phacoemulsification surgery. *Int Ophthalmol*, 2023, 43(5): 1545–1551.
- [18] Hoffer KJ. Biometry of 7, 500 cataractous eyes. *Am J Ophthalmol*, 1980, 90(3): 360–368.
- [19] Naeser K, Naeser A, Boberg-Ans J, et al. Axial length following implantation of posterior chamber lenses. *J Cataract Refract Surg*, 1989, 15(6): 673–675.
- [20] Haigis W, Lege B, Miller N, et al. Comparison of immersion ultrasound biometry and partial coherence interferometry for intraocular lens calculation according to Haigis. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, 2000, 238(9): 765–773.
- [21] De Bernardo M, Salerno G, Cornetta P, et al. Axial length shortening after cataract surgery: new approach to solve the question. *Transl Vis Sci Technol*, 2018, 7(6): 34.
- [22] De Bernardo M, Cione F, Capasso L, et al. A formula to improve the reliability of optical axial length measurement in IOL power calculation. *Sci Rep*, 2022, 12: 18845.
- [23] Zhang JQ, Liu ZZ, Qiu XZ, et al. Axial length change in pseudophakic eyes measured by IOL Master 700. *Transl Vis Sci Technol*, 2021, 10(6): 29.
- [24] 刘蕊, 武斌. 浸润式 B 超引导下分段声速测量法及 IOL Master 对白内障眼轴测量的应用. *中国眼镜科技杂志*, 2019(1): 104–106.