

# iCare IC100 眼压计测量眼压的可重复性和准确性评估

彭悦<sup>1</sup>, 赵平<sup>2,3</sup>, 谭娟<sup>4</sup>, 刘瑞<sup>4</sup>, 郑伊莘<sup>5</sup>, 黄江平<sup>1</sup>

引用: 彭悦, 赵平, 谭娟, 等. iCare IC100 眼压计测量眼压的可重复性和准确性评估. 国际眼科杂志, 2025, 25(3): 494-498.

作者单位: <sup>1</sup>(423000) 中国湖南省郴州市, 郴州爱尔眼科医院; <sup>2</sup>(110000) 中国辽宁省沈阳市, 东北大学附属辽宁爱尔眼科医院; <sup>3</sup>(410000) 中国湖南省长沙市, 中南大学爱尔眼科学院; <sup>4</sup>(410000) 中国湖南省长沙市, 长沙湘江爱尔眼科医院; <sup>5</sup>(050000) 中国河北省石家庄市, 石家庄爱尔眼科医院

作者简介: 彭悦, 毕业于中南大学, 硕士, 主治医师, 研究方向: 青光眼、白内障。

通讯作者: 赵平, 毕业于中国医科大学, 博士, 主任医师, 研究方向: 青光眼、白内障. zp2k@vip.163.com

收稿日期: 2024-07-14 修回日期: 2025-01-20

## 摘要

**目的:** 比较 iCare IC100 眼压计与 Goldmann 压平眼压计 (GAT)、非接触式眼压计 (NCT) 眼压测量值的相关性和差异, 评估 iCare IC100 眼压计测量眼压的可重复性和准确性, 并比较三种眼压计眼压测量值与中央角膜厚度 (CCT) 的相关性。

**方法:** 前瞻性研究。随机选取 2019-03/05 在东北大学附属辽宁爱尔眼科医院眼科门诊就诊的患者 90 例 90 眼作为研究对象。使用 iCare IC100、NCT 和 GAT 对所有患者进行眼压测量。采用组内相关系数 (ICC) 分析检查者使用眼压计连续测量 3 次眼压值的可重复性, 采用单因素方差分析、Pearson 线性相关分析和 Bland-Altman 分析比较 iCare IC100、GAT 和 NCT 测量值的相关性和一致性, 采用线性回归法分析三种眼压计测量值与 CCT 的相关性。

**结果:** iCare IC100、GAT 和 NCT 测量的眼压均值分别为  $19.74 \pm 6.90$ 、 $19.88 \pm 7.07$  和  $18.47 \pm 6.31$  mmHg ( $F = 1.180$ ,  $P = 0.309$ )。iCare IC100 与 GAT、iCare IC100 与 NCT 和 GAT 与 NCT 测量结果均呈正相关 ( $r = 0.930$ 、 $0.946$ 、 $0.918$ , 均  $P < 0.05$ )。Bland-Altman 分析显示 iCare IC100 与 GAT、iCare IC100 与 NCT、GAT 与 NCT 的平均差异分别为  $-0.142 \pm 2.61$ 、 $1.27 \pm 2.24$ 、 $1.41 \pm 2.81$  mmHg, 分别有 97% (87/90)、96% (86/90) 和 97% (87/90) 的眼压差值分布在 95% 的置信区间内。iCare IC100 眼压测量值与 CCT、GAT 眼压测量值与 CCT、NCT 眼压测量值与 CCT 均呈正相关 ( $r = 0.426$ 、 $0.353$ 、 $0.451$ , 均  $P < 0.01$ )。经线性回归法分析, iCare IC100、GAT 和 NCT 测量值与 CCT 之间直线回归方程分别为: iCare IC100 眼压值 =  $-19.62 + 0.074 \times \text{CCT}$ ; GAT 眼压值 =  $-13.54 + 0.063 \times \text{CCT}$ ; NCT 眼压值 =  $-19.65 + 0.072 \times \text{CCT}$ ; 即 CCT 每增加 10  $\mu\text{m}$ , iCare IC100 测量值增加 0.74 mmHg, GAT 测量值增加 0.63 mmHg, NCT 测量值增加 0.72 mmHg。

**结论:** iCare IC100 眼压计测量眼压具有良好的可重复性和准确性, CCT 对 iCare IC100 测量值的影响较其对 GAT 和 NCT 测量值的影响大。

**关键词:** iCare IC100 眼压计; Goldmann 压平眼压计; 非接触式眼压计; 眼压; 中央角膜厚度

DOI: 10.3980/j.issn.1672-5123.2025.3.29

## Evaluation on repeatability and accuracy of iCare IC100 tonometer in measuring intraocular pressure

Peng Yue<sup>1</sup>, Zhao Ping<sup>2,3</sup>, Tan Juan<sup>4</sup>, Liu Rui<sup>4</sup>, Zheng Yiping<sup>5</sup>, Huang Jiangping<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Chenzhou Aier Eye Hospital, Chenzhou 423000, Hunan Province, China; <sup>2</sup>Liaoning Aier Eye Hospital, Northeastern University, Shenyang 110000, Liaoning Province, China; <sup>3</sup>Aier School of Ophthalmology, Central South University, Changsha 410000, Hunan Province, China; <sup>4</sup>Changsha Xiangjiang Aier Eye Hospital, Changsha 410000, Hunan Province, China; <sup>5</sup>Shijiazhuang Aier Eye Hospital, Shijiazhuang 050000, Hebei Province, China

**Correspondence to:** Zhao Ping. Liaoning Aier Eye Hospital, Northeastern University, Shenyang 110000, Liaoning Province, China; Aier School of Ophthalmology, Central South University, Changsha 410000, Hunan Province, China. zp2k@vip.163.com

Received: 2024-07-14 Accepted: 2025-01-20

## Abstract

• **AIM:** To evaluate the repeatability and accuracy of iCare IC100 tonometer in measuring intraocular pressure (IOP) by comparing the correlation and difference with Goldmann applanation tonometry (GAT) and non-contact tonometer (NCT), and to compare the correlation of the three types of IOP measurement with the central corneal thickness (CCT).

• **METHODS:** Prospective study. A total of 90 outpatients (90 eyes) in Liaoning Aier Eye Hospital from March 2019 to May 2019 were randomly selected as study subjects. All patients were measured IOP using iCare IC100, NCT, and GAT. The interclass correlation coefficient (ICC) was used to evaluate the repeatability of IOP measured 3 times consecutively using an intraocular tonometer. The correlation and consistency of iCare IC100, GAT and NCT were compared by one-way ANOVA, Pearson linear correlation analysis and Bland-Altman analysis. The linear

regression analysis was used to analyze the correlation of the three tonometers with CCT.

• **RESULTS:** The mean IOP measured with iCare IC100, GAT and NCT was  $19.74 \pm 6.90$ ,  $19.88 \pm 7.07$  and  $18.47 \pm 6.31$  mmHg, respectively ( $F = 1.180$ ,  $P = 0.309$ ). The measurements of iCare IC100 with GAT, iCare IC100 with NCT and GAT with NCT were all positively correlated ( $r = 0.930$ ,  $0.946$ ,  $0.918$ , all  $P < 0.05$ ), the Bland - Altman analysis showed that the mean differences between iCare IC100 and GAT, iCare IC100 and NCT, GAT and NCT were  $-0.142 \pm 2.61$ ,  $1.27 \pm 2.24$ , and  $1.41 \pm 2.81$  mmHg, respectively, with 97% (87/90), 96% (86/90), and 97% (87/90) IOP differences distributed within their 95% confidence intervals. The IOP measured with iCare IC100 and CCT, GAT and CCT and NCT and CCT were all positively correlated ( $r = 0.426$ ,  $0.353$ ,  $0.451$ , all  $P < 0.01$ ). The linear regression equations between iCare IC100, GAT and NCT measurement and CCT were iCare IC100 IOP =  $-19.62 + 0.074 \times \text{CCT}$ ; GAT IOP =  $-13.54 + 0.063 \times \text{CCT}$ ; NCT IOP =  $-19.65 + 0.072 \times \text{CCT}$ ; that is, for every 10  $\mu\text{m}$  increase in CCT, iCare IC100 measurement increased by 0.74 mmHg, GAT measurement increased by 0.63 mmHg, and NCT measurement increased by 0.72 mmHg.

• **CONCLUSION:** The iCare IC100 tonometer has good repeatability and accuracy in measuring IOP, and the CCT has a greater impact on the measurement of iCare IC100 than the GAT and NCT.

• **KEYWORDS:** iCare IC100 tonometer; Goldmann applanation tonometry; non - contact tonometer; intraocular pressure; central corneal thickness

**Citation:** Peng Y, Zhao P, Tan J, et al. Evaluation on repeatability and accuracy of iCare IC100 tonometer in measuring intraocular pressure. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)*, 2025, 25(3): 494-498.

## 0 引言

随着人口老龄化的进展和青光眼检查诊断技术水平的提高,流行病学数据显示我国青光眼患病率较前有提升<sup>[1]</sup>。眼压是青光眼目前已知唯一可控的危险因素,因此精确测量眼压对于青光眼的诊疗至关重要<sup>[2]</sup>。自1957年Goldmann提出Goldmann压平眼压计(Goldmann applanation tonometry, GAT)之后<sup>[3]</sup>, GAT一直被公认为测量眼压的金标准,但由于其测量步骤繁琐、测量要求高等因素,促进研究者们不断开发或改良其他类型的眼压计。非接触式眼压计(non-contact tonometer, NCT)由于测量步骤简单、交叉感染风险小,目前在我国应用广泛,但对于有角膜病变的患者,测量起来常较为困难,甚至无法测出具体数值,因此在临床应用中也存在一定的局限性。iCare IC100眼压计是目前国内应用于临床新一代的iCare回弹式眼压计,与第一代回弹式眼压计iCare TA01具有相似的功能,但由于其同时配备了虹膜识别装置和位置传感器,使得测量时仪器对探针距离角膜的位置和距离的反应更

加灵敏,从而减少了因位置和距离对眼压测量造成的误差<sup>[4]</sup>。本研究旨在评估应用iCare IC100眼压计测量眼压的可重复性和准确性,并分析三种眼压计测量值与中央角膜厚度(central corneal thickness, CCT)的相关性,为临床应用提供参考。

## 1 对象和方法

**1.1 对象** 前瞻性研究。随机选取2019-03/05东北大学附属辽宁爱尔眼科医院眼科门诊就诊的患者90例90眼作为研究对象,其中男38例38眼,女52例52眼;年龄10-80(平均 $57.3 \pm 17.4$ )岁, CCT 432-626(平均 $529.9 \pm 39.5$ )  $\mu\text{m}$ 。纳入标准:(1)年龄相关性白内障患者;(2)原发性青光眼患者;(3)健康体检者;(4)愿意参与本研究并能配合完成相关检查者。排除标准:(1)患有眼部活动性炎症、眼外伤、角膜水肿、角膜瘢痕、翼状胬肉等眼部疾病的患者;(2)有角膜移植手术史、屈光手术史的患者;(3)患有严重心血管疾病等其他全身疾病的患者。本研究已通过东北大学附属辽宁爱尔眼科医院伦理委员会审批[2019伦理第(002)号],所有参与者及其监护人均自愿参加本研究,并签署知情同意书。

**1.2 方法** 所有研究对象进行眼科相关检查,包括视野、裂隙灯下眼底检查。

**1.2.1 眼压测量方法** 测量前对iCare IC100、GAT和NCT眼压计进行校准。三个眼压计分别固定由三位熟练掌握眼压计使用方法的医师在同一暗室进行眼压测量。为了尽量减少使用眼压计测量眼压对真实眼压的影响,眼压计测量的顺序为iCare IC100(检查医师A)、NCT(检查医师B)和GAT(检查医师C)。所有眼压计在每次测量结束后检查医师均需重新定位再测量,先测右眼再测左眼(只选取右眼的测量值用于分析),两种眼压计之间测量间隔为5 min。测量过程中检查医师对另外两种眼压计的测量结果未知,测量结束后分别记录眼压测量值。

**1.2.2 iCare IC100眼压计测量方法** 患者取坐位,双眼正视前方。检查医师启动iCare IC100眼压计,安装一次性测量探针,调整支撑杆将探头定位在与角膜顶点相同的高度,探针垂直于中央角膜平面,距离角膜中央约4-8 mm。通过连续回弹6次,iCare IC100眼压计根据测量探针的减速和回弹时间自动计算眼压值,并直接于电子屏幕上显示。根据测量的标准偏差,眼压计显示3种类型的误差:绿色虚线框(理想)、黄色虚线框(些许偏差)和Repeat(偏差大,需重新测量)。检查医师记录绿色虚线框的眼压值,否则重新测量,取3次测量值的平均值作为眼压值。

**1.2.3 NCT测量方法** 患者取坐位。检查医师调整NCT及颌托至合适高度,嘱患者下颌放至颌托、双眼固视眼压计注视灯,调整NCT仪器为自动模式,移动光标至角膜中央,对患者进行眼压测量,记录眼压值,取3次测量值的平均值作为眼压值。

**1.2.4 GAT测量方法** 患者取坐位。检查医师对患者进行表面麻醉和荧光素染色,调整GAT及颌托至合适高度,嘱患者下颌放至颌托,双眼正视前方,检查医师进行眼压测量,记录眼压值,取3次测量值的平均值作为眼压值。

**1.2.5 CCT 测量方法** 患者取坐位。检查医师 C 对患者进行表面麻醉,嘱患者双眼注视正前方,将角膜测厚仪的测量探头轻柔的接触中央角膜表面,取 5 次测量值的平均值作为中央角膜厚度值。

统计学分析:采用 SPSS 18.0 软件进行统计分析。计数资料用  $n(\%)$  表示;采用 Kolmogorov-Smirnov 检验方法检测数据的正态性,符合正态分布的计量资料采用均值 $\pm$ 标准差( $\bar{x}\pm s$ )表示,组内相关系数(ICC)评估眼压计的可重复性,采用单因素方差分析比较三种眼压计测量值, Pearson 线性相关分析相关性(高度相关为  $r=0.7-0.99$ 、中度相关为  $r=0.4-0.69$ 、低度相关为  $r=0.2-0.4$  和无相关为  $r<0.2$ <sup>[5]</sup>),采用 Bland-Altman 分析比较三种眼压计测量值的一致性,采用线性回归法分析三种眼压计测量值与 CCT 的相关性,  $P<0.05$  为差异具有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 三种眼压计测量眼压结果的比较** iCare IC100、GAT 和 NCT 测量的眼压均值分别为  $19.74\pm 6.90$ 、 $19.88\pm 7.07$  和  $18.47\pm 6.31$  mmHg,三种眼压计测量眼压结果的比较差异无统计学意义 ( $F=1.180$ ,  $P=0.309$ )。使用 iCare IC100、GAT 和 NCT 三次连续测量的眼压值组内相关系数(ICC)分别为 0.995、0.998 和 0.995,表明三种眼压计均具有良好的可重复性。iCare IC100 与 GAT、iCare IC100 与 NCT、GAT 与 NCT 测量结果均呈正相关( $r=0.930$ 、 $0.946$ 、 $0.918$ , 均  $P<0.05$ )。Bland-Altman 分析显示 iCare IC100 与 GAT、iCare IC100 与 NCT、GAT 与 NCT 的均值差分别为  $-0.142\pm 2.61$ 、 $1.27\pm 2.24$ 、 $1.41\pm 2.81$  mmHg,而且分别有 97%(87/90)、96%(86/90)和 97%(87/90)的眼压差值分布在 95%的置

信区间  $[(-5.26, 4.98)$ 、 $(-3.12, 5.65)$  和  $(-4.10, 6.92)$  mmHg]之内(图 1),表明三种眼压计之间具有高度的一致性。

**2.2 三种眼压计测量结果与 CCT 的相关性** CCT 的均值为  $529.86\pm 39.54$   $\mu\text{m}$ , Pearson 线性相关分析显示 iCare IC100 和 NCT 测量值与 CCT 呈中度正相关( $r=0.426$ ,  $P<0.01$ ;  $r=0.451$ ,  $P<0.01$ ), GAT 测量值与 CCT 呈低度正相关( $r=0.353$ ,  $P=0.001$ )。经线性回归法分析, iCare IC100、GAT 和 NCT 测量值与 CCT 之间直线回归方程分别为: iCare IC100 眼压值 =  $-19.62+0.074\times\text{CCT}$ ; GAT 眼压值 =  $-13.54+0.063\times\text{CCT}$ ; NCT 眼压值 =  $-19.65+0.072\times\text{CCT}$  (图 2);即 CCT 每增加 10  $\mu\text{m}$ , iCare IC100 测量值增加 0.74 mmHg, GAT 测量值增加 0.63 mmHg, NCT 测量值增加 0.72 mmHg。

## 3 讨论

眼压测量有直接和间接测量两种方式。直接测量眼压为侵入性测量,存在眼球损伤和感染的风险,仅适用于实验研究<sup>[6]</sup>。目前已运用到临床的眼压计有很多种,每种眼压计测量各有利弊,研究者们一直在力求开发一种兼有精准、安全和便捷特点的眼压计。GAT 在国际上被公认为眼压测量的金标准,同时也是检验其他眼压计准确性的参考标准,但其也存在局限性,如表面麻醉可能导致眼压降低、直接接触角膜可能导致交叉感染等<sup>[7-8]</sup>。NCT 由于测量步骤简单、交叉感染风险小,目前在我国广泛应用,但由于其对角膜状态要求较高,角膜水肿或角膜瘢痕患者常常测量不准确。与 GAT 和 NCT 相比, iCare 回弹式眼压计很好的避免了这些不足:(1)测量步骤简单,容易掌握,早

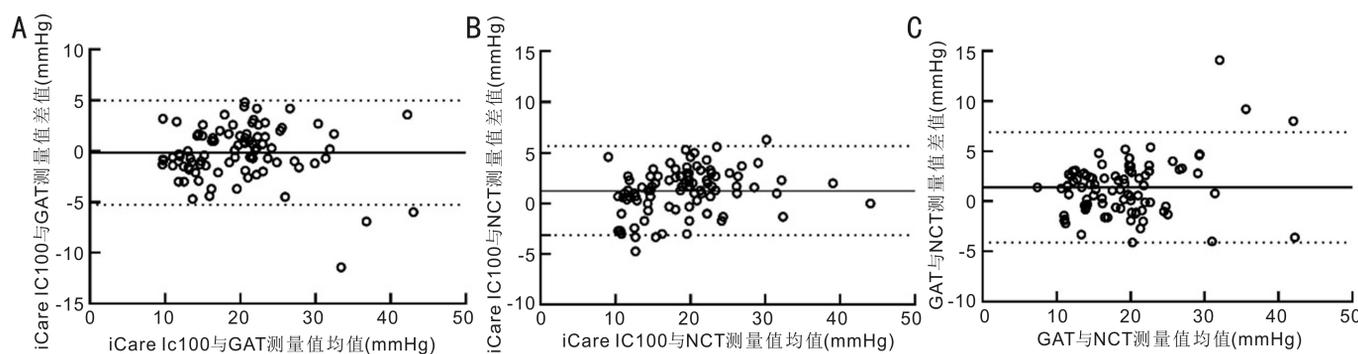


图 1 Bland-Altman 分析三种眼压计之间两两比较测量值的差异 A: iCare IC100 与 GAT 测量值比较; B: iCare IC100 与 NCT 测量值比较; C: GAT 与 NCT 测量值比较。

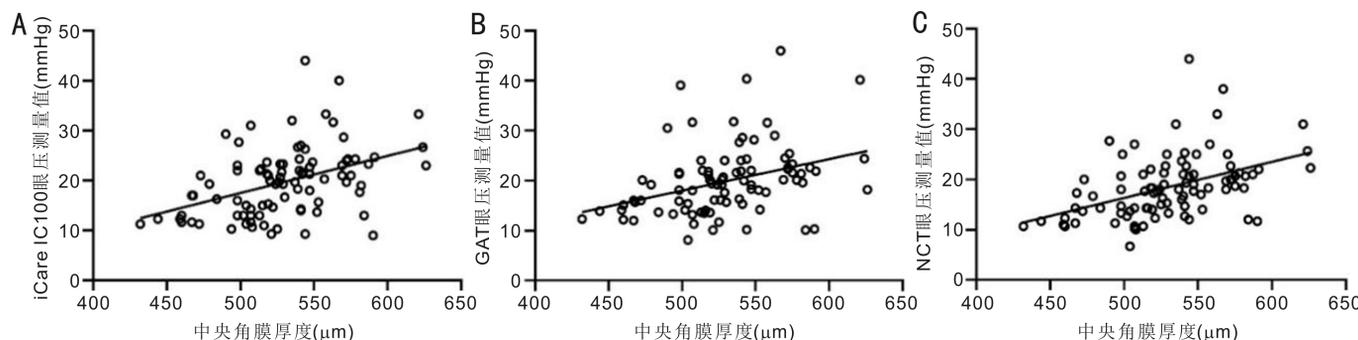


图 2 三种眼压计测量结果与 CCT 之间的相关性 A: iCare IC100 眼压测量值与 CCT 相关性; B: GAT 眼压测量值与 CCT 相关性; C: NCT 眼压测量值与 CCT 相关性。

在2006年, Abraham等<sup>[9]</sup>研究表明有经验的检查医师和缺乏经验的检查医师使用iCare回弹式眼压计测量眼压没有显著差异;(2)测量使用一次性探针,避免了微生物的感染,许多研究已表明iCare回弹式眼压计测量过程中均未发生因测量导致的副作用<sup>[10-11]</sup>;(3)测量无需表面麻醉和荧光素染色,测量速度快,测量舒适度高,测量结束后直接在电子显示屏上显示眼压值和可靠程度。

在本研究中,同一检查医师使用iCare IC100 3次连续测量眼压值的ICC为0.995,与我们团队于2021年在健康受试者中进行的一项前瞻性研究的结果相近,其结果显示检查医师使用iCare IC100进行3次随机测量的ICC为0.923,均表明iCare IC100眼压计测量眼压的可重复性良好<sup>[12]</sup>。本研究使用iCare IC100、GAT与NCT测量的眼压均值分别为 $19.74\pm 6.90$ 、 $19.88\pm 7.07$ 和 $18.47\pm 6.31$  mmHg,单因素方差分析显示三种眼压计之间的差异均无统计学意义,Wong等<sup>[13]</sup>在2018年一项比较四种眼压计的研究中也证实了这一点。而Nakakura等<sup>[5]</sup>研究显示iCare IC100和GAT测量值分别为 $11.7\pm 3.0$ 和 $16.0\pm 3.2$  mmHg,iCare IC100测量值显著低于GAT,对此一个可能的解释是其研究中使用眼压计测量的顺序是随机的,如果先使用GAT测量,引起的角膜形态学改变和眼部按摩作用可能导致眼压降低<sup>[7]</sup>,那么随后iCare IC100眼压测量值将会偏低。2019年,包宇涵等<sup>[14]</sup>也研究了iCare回弹式眼压计和NCT与GAT的一致性,其研究对象为113例185眼青光眼患者,研究结果显示iCare回弹式眼压计与GAT测量值差异有统计学意义,与本研究结果相反,考虑以下两个因素:(1)研究对象不同,他们的研究对象为青光眼患者,我们的研究对象为门诊就诊患者,不同的研究对象眼压分布存在差异,且他们研究也表明当眼压值偏离正常值越多,误差越大,而且青光眼患者长期使用降眼压药物或行抗青光眼手术可能对眼表和角膜生物力学产生影响,进而影响眼压测量值;(2)回弹式眼压计型号可能存在差异,他们使用的回弹式眼压计未在文中明确型号,我们使用的是iCare IC100,iCare IC100在第一代回弹式眼压计iCare TA01的基础上进行了改良,配备了虹膜识别装置和位置传感器辅助测量时中央角膜顶点的定位和距离的确定,在一定程度上减少了测量误差,提高了测量的准确性。2021年,张明喜等<sup>[15]</sup>使用iCare IC100和NCT测量32例角膜病患者发现iCare IC100测量值总体低于NCT测量值,在眼压增高时,这种差异更大,与本研究结果相反,考虑在测量角膜病患者眼压时,测量位置、测量角度以及测量时配合程度所带来的影响。综上所述,iCare IC100眼压计可重复性良好,与GAT和NCT具有良好的相关性和一致性,但对于部分患者如角膜病变需综合个体情况综合考虑。

目前,角膜屈光术后的患者越来越多,所以关注中央角膜厚度对于眼压计测量眼压的影响至关重要。以往许多研究<sup>[16-17]</sup>已经证实CCT与iCare回弹式眼压计、NCT和GAT测量的眼压值具有显著相关性。本研究的结果也显示三种眼压计测量值与CCT均呈正相关(均 $P<0.05$ ),CCT越厚,眼压测量值越高。同时,本研究显示CCT对

iCare IC100和NCT测量值的影响程度相接近,并且比其对GAT测量值的影响大,这与之前许多研究<sup>[2-18]</sup>的结果相似。所以对于中央角膜厚度偏离正常范围的患者,相比iCare IC100和NCT,使用GAT测量的眼压值可能更接近真实值。关于CCT对iCare IC100测量值的影响较其对GAT和NCT测量值的影响大,考虑可能与其测量原理相关。iCare IC100是通过测量一根直径约1 mm的一次性测量探针碰触角膜回弹后降低的速度来换算眼压。杨丹丹等<sup>[19]</sup>在2023年研究发现CCT与最大凹陷时的距离、最大凹陷时的形变幅度、综合半径、形变比例、生物力学指数呈负相关,与最大凹陷反向曲率半径、第一次压平时间角膜硬度值、角膜厚度变异呈正相关,即CCT越厚,角膜硬度越大,在一定外力作用下角膜更难发生形变。由此推测,在同样的眼内压下,CCT越厚,iCare IC100在测量时受到的阻力越大,其速度下降的更明显,其眼压测量值越大。而GAT是通过测压头机械压平 $7.354\text{ mm}^2$ 面积的角膜间接测量眼压,NCT是通过测量气流脉冲压平角膜中央3.6 mm直径的面积所需要的时间来换算眼压,相比GAT和NCT,使用iCare IC100测量眼压时受CCT的影响可能更大。

本研究还存在一些不足:(1)本研究仅考虑了主要影响因素CCT对iCare IC100眼压计眼压测量的影响,其他眼球参数如角膜曲率、角膜散光、眼轴长度以及角膜生物力学等对眼压测量的影响尚需进行进一步详细的研究;(2)由于样本量偏少,在不同眼压水平iCare IC100测量眼压的准确性尚需进一步研究;(3)本试验仅研究了同一检查医师使用iCare IC100眼压计测量眼压的可重复性,未研究不同检查医师使用眼压计进行眼压测量的可重复性。

综上所述,iCare IC100与GAT、NCT测量值具有良好的相关性和一致性,iCare IC100眼压计测量眼压具有良好的准确性和可重复性,因此,对于不适合使用GAT或NCT测量眼压的人群,如儿童、角膜水肿等患者,iCare IC100是一种可靠的替代方式。其次,在临床应用方面,由于iCare IC100眼压计体积小方便携带、测量步骤简单容易掌握以及测量完毕后直接显示测量值等优点,在社区的筛查中可被广泛用作眼压测量的筛选工具。最后,iCare IC100测量眼压受CCT的影响比GAT大,所以在使用iCare IC100测量眼压后可通过CCT矫正眼压读数,进一步提高眼压的精准性。

**利益冲突声明:** 本文不存在利益冲突。

**作者贡献声明:** 彭悦论文选题与修改,初稿撰写;谭娟、刘瑞、郑伊苹、黄江平文献检索,数据分析;赵平选题指导,论文修改。所有作者阅读并同意最终的文本。

#### 参考文献

- [1] 金杉杉,熊琨,王璐,等. 中国青光眼流行趋势及特征的Meta分析. 中华眼科医学杂志(电子版), 2022,12(6):332-340.
- [2] Vodenčarević AN, Jusufović V, Terzić S, et al. Comparison of Intraocular Pressure Measurements Obtained by Rebound, Noncontact, and Goldmann Applanation Tonometry in Children. Am J Ophthalmol. 2016,163:192.

- [ 3 ] Goldmann H, Schmidt T. Uber Applanationstonometrie [Applanation tonometry]. *Ophthalmologica*. 1957,134(4):221-242.
- [ 4 ] Nakakura S. Icare<sup>®</sup> rebound tonometers: review of their characteristics and ease of use. *Clin Ophthalmol*, 2018,12:1245-1253.
- [ 5 ] Nakakura S, Mori E, Fujio Y, et al. Comparison of the intraocular pressure measured using the new rebound tonometer icare ic100 and icare TA01i or goldmann applanation tonometer. *J Glaucoma*, 2019,28(2):172-177.
- [ 6 ] Gao F, Liu X, Zhao Q, et al. Comparison of the iCare rebound tonometer and the Goldmann applanation tonometer. *Exp Ther Med*, 2017,13(5):1912-1916.
- [ 7 ] Whitacre MM, Stein R. Sources of error with use of goldmann-type tonometers. *Surv Ophthalmol*, 1993,38(1):1-30.
- [ 8 ] Baudouin C, Gastaud P. Influence of topical anesthesia on tonometric values of intraocular pressure. *Ophthalmologica*, 1994,208(6):309-313.
- [ 9 ] Abraham LM, Epasinghe NC, Selva D, et al. Comparison of the ICare rebound tonometer with the Goldmann applanation tonometer by experienced and inexperienced tonometrists. *Eye*, 2008,22(4):503-506.
- [ 10 ] Demirci G, Erdur SK, Tanriverdi C, et al. Comparison of rebound tonometry and non-contact airpuff tonometry to Goldmann applanation tonometry. *Ther Adv Ophthalmol*, 2019,11:2515841419835731.
- [ 11 ] 张顺华, 刘小力, 赵家良. iCare 回弹式眼压计测量的重复性及与 Goldmann 压平式眼压计测量值间的一致性研究. *中华实验眼科杂志*, 2011,29(1):73-77.
- [ 12 ] 郑伊苹, 赵平, 刘瑞, 等. iCare iC100 与 Corvis ST 测量眼压的重复性和一致性比较. *中华眼视光学与视觉科学杂志*, 2021,23(10):745-751.
- [ 13 ] Wong B, Parikh D, Rosen L, et al. Comparison of disposable goldmann applanation tonometer, ICare ic100, and tonopen XL to standards of care goldmann nondisposable applanation tonometer for measuring intraocular pressure. *J Glaucoma*, 2018,27(12):1119-1124.
- [ 14 ] 包宇涵, 律鹏, 张文芳, 等. 非接触式眼压计与回弹式眼压计在眼压测量中的准确度分析. *国际眼科杂志*, 2019,19(8):1406-1410.
- [ 15 ] 张明喜, 李贵刚, 王玮, 等. 回弹式眼压计与非接触式眼压计在角膜病患者眼压测量中的对比研究. *华中科技大学学报(医学版)*, 2021,50(5):615-619.
- [ 16 ] Harada Y, Hirose N, Kubota T, et al. The influence of central corneal thickness and corneal curvature radius on the intraocular pressure as measured by different tonometers: noncontact and goldmann applanation tonometers. *J Glaucoma*, 2008,17(8):619-625.
- [ 17 ] Liinamaa MJ, Stoor K, Leiviskä I, et al. Correlation of iCare ic100 tonometry with iCare TA01i in screening of unselected population in Northern Finland Birth Cohort Eye study. *Eur J Ophthalmol*, 2021:11206721211014387.
- [ 18 ] 张扬, 赵家良, 卞爱玲, 等. 中央角膜厚度、角膜曲率对 Goldmann 压平眼压计和非接触眼压计测量结果的影响. *中华眼科杂志*, 2009,45(8):713-718.
- [ 19 ] 杨丹丹, 尹禾, 卢丽芳. Corvis ST 评估近视患者角膜生物力学参数及相关影响因素. *国际眼科杂志*, 2023,23(10):1754-1759.