

# 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

包宇涵<sup>1,2</sup>, 律鹏<sup>2</sup>, 张文芳<sup>2</sup>, 吴万民<sup>3</sup>

引用: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

作者单位:<sup>1</sup>(730000)中国甘肃省兰州市,兰州大学第二临床医学院;<sup>2</sup>(730030)中国甘肃省兰州市,兰州大学第二医院眼科;<sup>3</sup>(030002)中国山西省太原市,山西省眼科医院眼科

作者简介:包宇涵,毕业于兰州大学第二临床医学院,在读硕士研究生,研究方向:眼底病。

通讯作者:张文芳,毕业于北京大学,博士,主任医师,教授,研究方向:眼底病.zhwenf888@163.com

收稿日期:2019-04-03 修回日期:2019-07-09

## 摘要

**目的:**分析非接触式眼压计(non contact tonometer,NCT)、ICare回弹式眼压计(ICare rebound tonometer,RBT)在青光眼患者中眼压测量结果的准确性。

**方法:**回顾性病例对照研究。选取青光眼患者113例185眼。用RBT、NCT和Goldmann眼压计(GAT)分别于9:00、16:00两次进行眼压测量并记录为两组数据,分别用秩和检验、国际标准8621指南评估其准确性,Bland-Altman一致性分析两组测量结果的一致性,并以GAT测量值作为标准将数据分为异常眼压组(<10mmHg或>21mmHg)和正常眼压组(10~21mmHg),在不同组间分析其一致性。应用Spearman相关分析眼压计间的相关性。

**结果:**GAT、NCT和RBT三组测量值间存在差异( $P < 0.01$ );GAT获得的眼压测量值与RBT和NCT测量值间存在相关性( $r_s = 0.71, 0.77, P < 0.001$ )。NCT与GAT测量值接近( $P = 0.92$ ),而RBT与GAT相比,眼压测量值较高( $P < 0.05$ )。然而NCT、RBT同GAT相比一致性界限范围均较宽,分别为-6.2~6.0、-5.2~7.6mmHg,在正常眼压组一致性界限范围分别为-5.9~5.9、-4.3~7.5mmHg,在非正常眼压组分别为-7.3~6.4、-7.5~5.6mmHg。根据ISO 8612指南进行评价,NCT和RBT在三组中超过95%的一致性限制的异常值分别为3.9%、11.3%、12.2%和26.3%、11.3%、12.2%。

**结论:**NCT和RBT均不能简单代替GAT用于青光眼患者眼压的测量。在青光眼患者中,随着测量值偏离正常眼压范围,NCT和RBT的测量误差也有所增大。

**关键词:**青光眼;眼压;非接触式眼压计;回弹式眼压计;Goldmann眼压计

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2019.8.34

## Accuracy of intraocular pressure measurements between non-contact tonometer and ICare rebound tonometer

Yu-Han Bao<sup>1,2</sup>, Peng Lyu<sup>2</sup>, Wen-Fang Zhang<sup>2</sup>, Wan-Min Wu<sup>3</sup>

<sup>1</sup>The Second Clinical Medical College of Lanzhou University, Lanzhou 730000, Gansu Province, China; <sup>2</sup>Department of Ophthalmology, Lanzhou University Second Hospital, Lanzhou 730030, Gansu Province, China; <sup>3</sup>Shanxi Eye Hospital, Taiyuan 030002, Shanxi Province, China

**Correspondence to:** Wen-Fang Zhang. Department of Ophthalmology, Lanzhou University Second Hospital, Lanzhou 730030, Gansu Province, China. zhwenf888@163.com

Received:2019-04-03 Accepted:2019-07-09

## Abstract

• **AIM:** To analyze the accuracy of non-contact tonometer (NCT) and ICare rebound tonometer (RBT) in measuring intraocular pressure in glaucoma patients.

• **METHODS:** A retrospective proportional control study. Totally 113 patients (185 eyes) with glaucoma were studied. Intraocular pressure was measured by RBT, NCT and Goldmann Applanation tonometer (GAT) at 9:00 and 16:00 and recorded as two sets of data, respectively. Their accuracy is evaluated by the rank sum test, and the international standard 8621 guide, Bland-Altman consistency analysis analyzed the consistency of the two groups of measurements, and the data were divided into two groups: abnormal intraocular pressure group (<10mmHg or > 21mmHg) and normal intraocular pressure group (10-21mmHg). The consistency was analyzed between different groups. The spearman correlation analysis is adopted to analyze the correlation between ophthalmotonometers.

• **RESULTS:** There were differences among the GAT, NCT and RBT measurements ( $P < 0.01$ ). There was a strong correlation between the intraocular pressure measured value obtained by GAT and measured values obtained by RBT and NCT ( $r_s = 0.71, 0.77, P < 0.001$ ). The measured values of NCT and GAT are close to each other without statistically significant differences ( $P = 0.92$ ). Compared with GAT, RBT has a higher intraocular pressure measured value, and there are significant differences ( $P < 0.05$ ). However, compared with GAT, both NCT and RBT have a wide range of limits of agreement, and they

are (-6.2 - 6.0mmHg) and (-5.2 - 7.6mmHg) respectively. In normal intraocular pressure groups, the ranges of limits of agreement are (-5.9-5.9mmHg) and (-4.3-7.5mmHg) respectively. In abnormal intraocular pressure groups, the ranges of limits of agreement are (-7.3-6.4mmHg) and (-7.5-5.6mmHg) respectively. The evaluation carried out in accordance with ISO 8612 guides indicates that the abnormal values more than the 95% of consistency restriction of NCT and RBT in the three groups are (3.9%, 11.3%, 12.2%) and (26.3%, 11.3%, 12.2%) respectively.

• **CONCLUSION:** Both NCT and RBT cannot simply replace the GAT to measure the intraocular pressure of glaucoma patients. In glaucoma patients, with the deviation of the measured value from the normal intraocular pressure range, the measurement error of NCT and RBT also increase.

• **KEYWORDS:** glaucoma; intraocular pressure; non-contact tonometer; ICare rebound tonometer; Goldmann applanation tonometry

**Citation:** Bao YH, Lyu P, Zhang WF, *et al.* Accuracy of intraocular pressure measurements between non-contact tonometer and ICare rebound tonometer. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2019; 19(8):1406-1410

## 0 引言

青光眼是一组以特征性视神经萎缩和视野缺损为共同特征的疾病,病理性眼压升高是其主要危险因素。据统计,青光眼是全球第2位致盲性眼病,我国青光眼患者在2015年为1312万,预计到2050年中国所有青光眼病例数将达到2516万<sup>[1]</sup>,随着人口老龄化逐渐加重,青光眼已成为重大的公共卫生问题。而降眼压治疗是目前为止唯一证明能有效控制视功能损害进展的方法,因此对于青光眼患者来说,可靠的眼压测量结果意义重大。Goldmann眼压计(Goldmann applanation tonometer, GAT)是国际上公认的测量眼压的“金标准”,临床常用其测量结果作为标准来衡量其他眼压计的准确程度。但GAT操作繁杂,需要被测者高度配合,且存在角膜损伤、感染、麻醉药物毒性等风险,使其在临床工作中的应用受到限制。目前,非接触式眼压计(non-contact tonometer, NCT)和回弹式眼压计(ICare rebound tonometer, RBT)是临床上常用的眼压计,已有文献证明NCT、RBT在健康人群中眼压测量结果的准确性<sup>[2-3]</sup>,但NCT和RBT能否准确测量青光眼患者的眼压,需要进一步研究。本研究重点分析在青光眼患者中,NCT和RBT测量结果与GAT测量结果的一致性,探讨两种测量方法的准确性和可行性。

## 1 对象和方法

1.1 对象 回顾性分析2018-05/10在我院青光眼科就诊的青光眼患者113例185眼,其中男51例87眼,女62例98眼,平均年龄52.8±12.7岁,原发性开角型青光眼患者占80%。在所有受试者中,有132眼已行抗青光眼治疗(包括抗青光眼手术和药物治疗)。排除存在角膜疾病及既往行角膜屈光手术的患者。本研究经医院伦理委员会批准,经患者或其家属同意并签署知情同意书。

## 1.2 方法

1.2.1 测量方法 测量设备:ICare回弹式眼压计、Goldmann压平眼压计、非接触式眼压计。所有研究对象分别于9:00和16:00进行坐位眼压测量。所有被检眼均由同一位经过培训且考核合格的技师进行测量。

1.2.2 测量顺序 在眼压测量过程中,我们以RBT、NCT、GAT的顺序进行测量。考虑到眼压24h内会存在波动,因此在保证测量操作规范的情况下,在尽量短的时间内进行眼压测量。RBT为撞击式眼压计,在测量时无需角膜表面麻醉且无需压平角膜,因此首先测量。NCT和GAT属于负荷式眼压计,需要压平角膜,且GAT测量时间较长,既需要角膜表面麻醉又需要角膜荧光素染色,所以最后测量。同时为了避免重复测量对眼压测量结果造成的影响,我们设定每种测量方式之间间隔1min,来恢复眼表的自然状态。

1.2.3 RBT的测量 嘱患者取正确坐位,正前方注视,全身放松后开始测量。RBT测量时每次都要更换无菌探针,调节支撑杆长度至测压头距角膜顶点4~8mm,读数复零后开始连续按压测量键,如果连续获得6次成功测量,眼压计就会自动鸣笛,测量结束。在本研究中凡有系统提示的不可靠测量值均为无效测量,需重复操作以获得有效数据。

1.2.4 NCT的测量 患者取舒适坐位,情绪稳定,全身放松,医生和患者均取坐位,调整患者头位,使其角膜在观察区域内,将定位红点移至聚焦清晰的圆环正中,令被检眼注视红点,在确认角膜位置无误后,启动按钮,即可见显示屏上有眼压值读数显示,一般测量3次取平均值。

1.2.5 GAT的测量 测量前先校正眼压计,结膜囊内滴入1滴盐酸丙美卡因和染色剂的混合物1滴,患者前额紧贴额托,向正前方固视。将裂隙灯显微镜慢慢向前推进,压平棱镜头端对准角膜中央,压平棱镜头端恰好接触角膜时停止推进。调整裂隙灯显微镜的上下及左右位置,直到荧光素半环在正中位,顺时针方向转动读数转鼓,逐渐增高压力,直到上方荧光素环的内缘与下方半环的内缘彼此相切。读数转鼓上读出的施加压力数乘以10即为眼压值,为了避免压痕所致的眼压降低,只测量1次并记录结果<sup>[4]</sup>。

1.2.6 数据分析 分别用秩和检验、Bland-Altman一致性分析、国际标准8621指南评估其准确性,并应用Spearman相关分析眼压计之间的相关性。在Bland-Altman一致性分析中,先从整体上对数据进行分析,然后以GAT测量值作为金标准将数据分为异常眼压组(<10mmHg或>21mmHg)和正常眼压组(10~21mmHg)二组,在不同组间分析其一致性。并根据ISO 8612指南的要求,将数据分为A组(7~16mmHg)、B组(>16~<23mmHg)、C组(≥23mmHg)后,对NCT和RBT测量准确性进行评估。

统计学分析:使用SPSS 25.0及MedCalc软件进行统计学分析,Kolmogorov-Smirnov检验用于评估正态性。使用非参数统计技术分析非正态分布的数据,包括使用Friedman检验、Wilcoxon配对秩和检验和Spearman秩相关。计量资料用 $\bar{x} \pm s$ 进行描述,中位数和内距分别用M和IQR进行描述。Bland-Altman方法用于分析每个眼压计和GAT之间的一致性水平,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

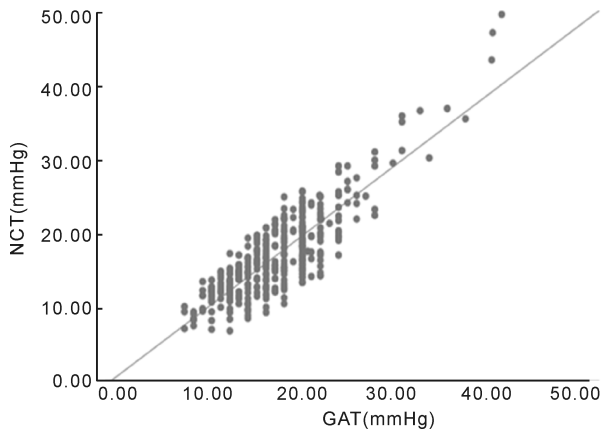


图1 GAT和NCT测量值分布散点图。

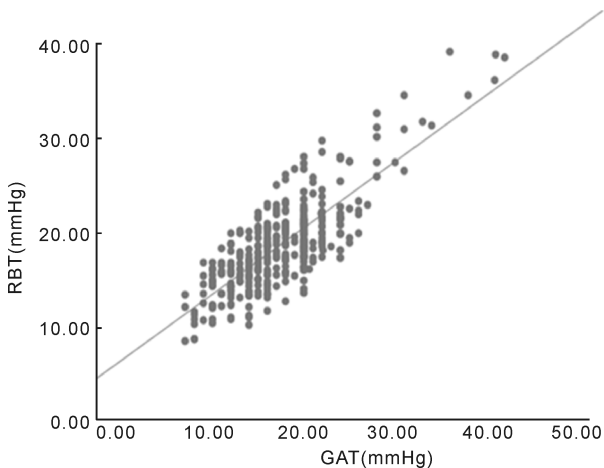


图2 GAT和RBT测量值分布散点图。

眼压计	$\bar{x} \pm s$	M (IQR)	范围
RBT	18.51±4.74	18.20(15.47,20.50)	8.4~39
GAT	17.36±5.41	17.00(14.00,20.00)	7~42
NCT	17.26±5.91	16.20(13.27,20.22)	6.8~49.8

## 2 结果

2.1 三种眼压计眼压测量值的比较 全部患者中,三种眼压测量结果之间差异有统计学意义( $\chi^2 = 48.05, P < 0.05$ )。将NCT和RBT分别与GAT进行比较,NCT和GAT间差异无统计学意义( $P = 0.92$ ),而RBT和GAT间差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。每种眼压计测量IOP的平均值、中位数和范围见表1。

2.2 三种眼压计间的相关性分析 从图1~2可看出,NCT、RBT与GAT间均存在显著的正相关关系( $P < 0.05$ ),其中NCT与GAT测量值相关系数为 $r_s = 0.77$ ,RBT与GAT的相关系数为 $r_s = 0.71$ 。

2.3 三种眼压计的一致性分析 由于眼压低于正常范围的样本数量过少,因此我们仅将数据分为正常眼压组和非正常眼压组进行一致性分析。结果表明:GAT和NCT之间的平均偏差仅为 $-0.1\text{mmHg}$ ,接近于零线,但两个仪器之间的95%一致性界限范围(LoA)较宽( $-6.2 \sim 6.0\text{mmHg}$ ),在一致性界限范围内,二者差值的绝对值最大差值为 $6\text{mmHg}$ (图3)。在正常眼压组内两者LoA为 $-5.9 \sim 5.9\text{mmHg}$ (图4),在非正常眼压组内LoA为 $-7.3 \sim 6.4\text{mmHg}$ (图5);RBT与GAT之间平均偏差为 $1.2\text{mmHg}$ ,

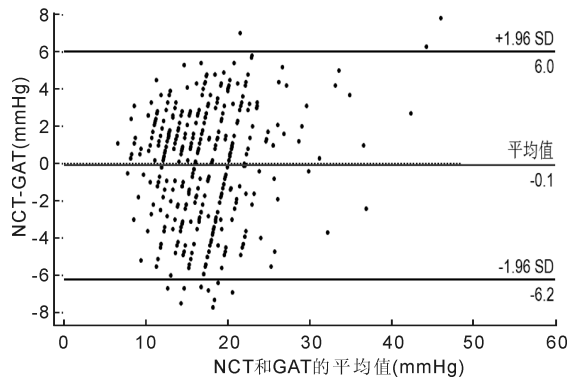


图3 Bland-Altman分析NCT和GAT的一致性。

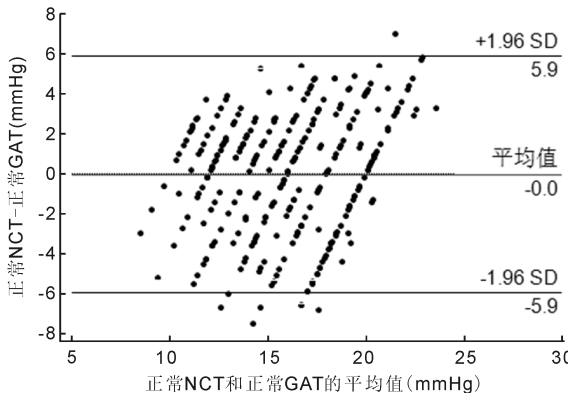


图4 Bland-Altman分析正常眼压组内NCT和GAT的一致性。

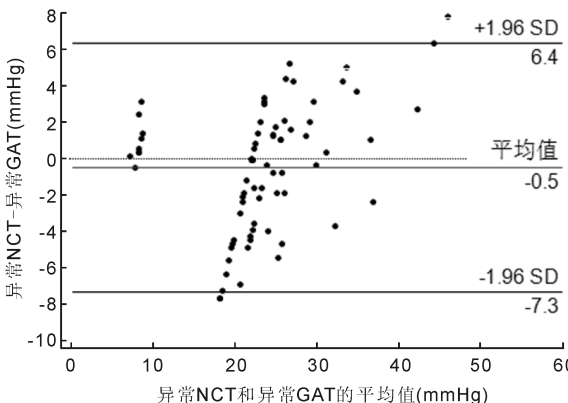


图5 Bland-Altman分析非正常眼压组内NCT和GAT的一致性。

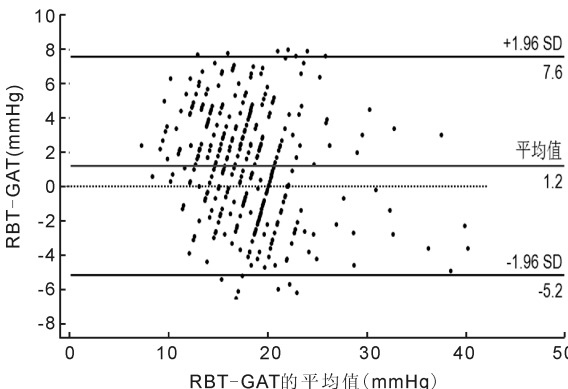


图6 Bland-Altman分析RBT和GAT的一致性。

且相较于NCT具有更宽的LoA( $-5.2 \sim 7.6\text{mmHg}$ ),在一致性界限范围内,二者差值的绝对值最大差值为 $7.6\text{mmHg}$ (图6)。在正常眼压组内LoA为 $-4.3 \sim 7.5\text{mmHg}$ (图7),而在非正常眼压组内,LoA为 $-7.5 \sim 5.6\text{mmHg}$ (图8)。

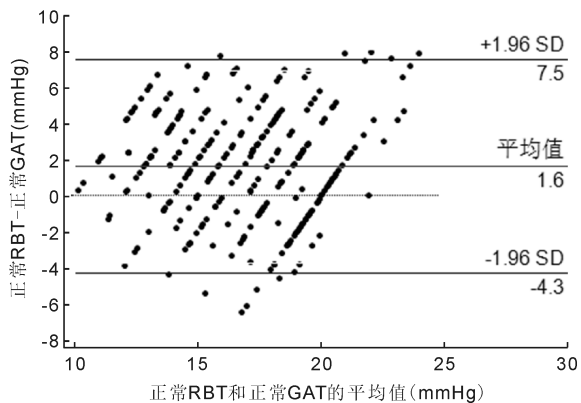


图7 Bland-Altman 分析正常眼压组内 RBT 和 GAT 的一致性。

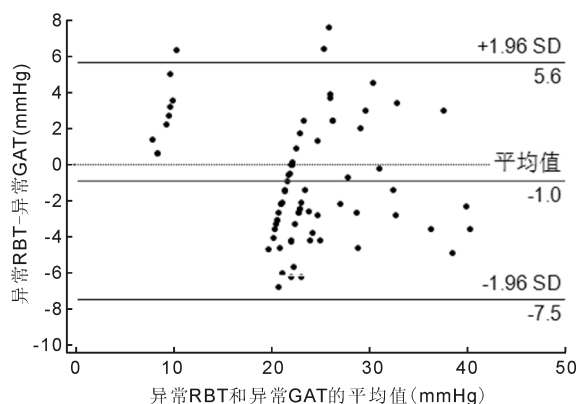


图8 Bland-Altman 分析非正常眼压组内 RBT 和 GAT 的一致性。

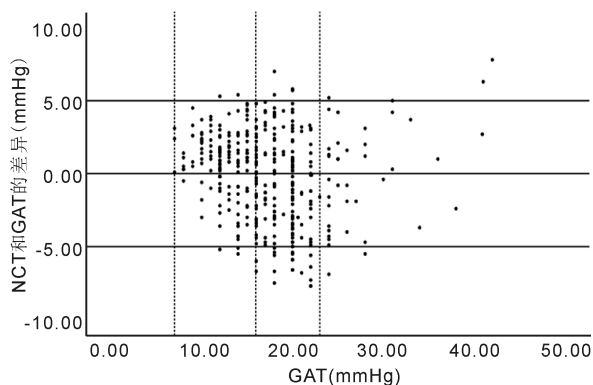


图9 根据 ISO 8612 标准评价 NCT 测量值准确性。

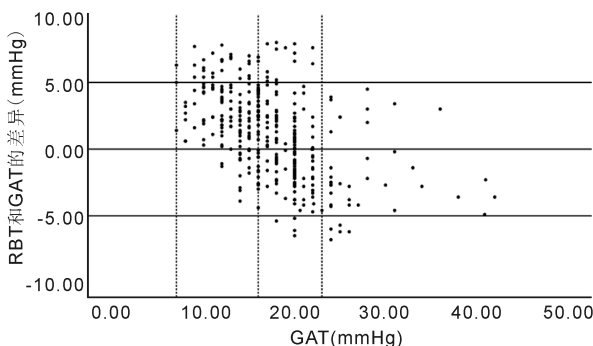


图10 根据 ISO 8612 标准评价 RBT 测量值准确性。

**2.4 根据 ISO 8612 指南对 NCT 和 RBT 进行评价** 根据指南评价结果所示(图9~10);NCT 和 RBT 超过 95% 的一致性限制的异常值分别为 3.9%、11.3%、12.2% 和 26.3%、11.3%、12.2%,两种眼压计测量值均超过国际标准所允许 5% 以内的误差<sup>[5]</sup>。

### 3 讨论

可靠的眼压测量结果在青光眼的诊治中意义重大,随着科技的发展,新型眼压计及眼压测量技术不断地被研发,在力求更精确眼压测量的同时,也满足了不同情况下眼压测量的需要。NCT 和 RBT 由于测量简便且有效降低了角膜损伤和感染的风险,成为目前临床应用最为广泛的眼压测量方法。多数研究已经证实了其用于门诊筛查、普查的准确性。但在青光眼患者中眼压测量准确性的研究,目前数量较少且结论存有争议。本研究旨在应用科学的评价方法在青光眼患者中对这两种眼压测量方式测量准确性进行比较。

本研究中共 113 例排除了角膜相关疾患的青光眼患者,同时使用 NCT、RBT 和 GAT 在固定的时间段内对所纳入眼(185 眼)进行眼压测量,分别按照国内国际两种标准对其测量结果的准确性进行评估。结果表明,在青光眼患者中,NCT 和 RBT 的测量值同 GAT 相比均存在着不可忽视的误差,我们按照 ISO 8612 指南<sup>[5]</sup>对 NCT 和 RBT 测量准确性进行了评价也得出了相同的结论,即在青光眼患者中,两种眼压计的准确性均超出了所要求的的误差范围。

Ruokonen 等<sup>[6]</sup>提出了唯一一项根据 ISO 8612 标准在青光眼患者中评估不同眼压测量仪(TGD、RBT vs GAT)准确性的研究,在他们的研究中两种眼压计也均未满足 ISO 8612 的严格要求。目前尚无根据 ISO 8612 标准评价 NCT 的相关研究。Jose 等在 150 名普通人群中比较了 NCT、RBT、GAT 三种眼压计的测量值,也得出了相同的结论<sup>[7]</sup>。

在本研究中,NCT 测量值与 GAT 测量值之间并无显著差异,且存在高相关性,该结果可能表明,基于 GAT 测量,NCT 在临床上是可靠的,并且可以快速简便地测量青光眼患者的眼压。但从临床角度来讲,较大的误差范围显然会对眼压的判读造成影响,导致结果的不可信。基于卢林周等所统计的数据<sup>[8]</sup>,我们得出,临床可接受的眼压测量误差范围为  $\pm 3.72\text{mmHg}$  ( $\pm 1.96 \times 1.9$ )。从 Bland-Altman 分析图中可以看出,NCT 和 GAT 的一致性界限范围为  $-6.2 \sim 6\text{mmHg}$ ,很显然,6mmHg 的误差在临床上是不可忽视的。因此 NCT 的测量值不能简单代替 GAT 的测量值。从另一个方面来讲,也证实了相关性分析不能准确地判断两者之间的一致性<sup>[9]</sup>。

李红锋等<sup>[10]</sup>对 108 例 206 眼青光眼患者眼压进行了分析,结果表明,GAT 的测量值为  $29.77 \pm 10.27\text{mmHg}$ ,NCT 的测量值为  $24.58 \pm 8.58\text{mmHg}$ ,两者之间差异有统计学意义,相关分析得出两种测量方式所测得的眼压具有强相关性( $r=0.987$ ),阎启昌等<sup>[11]</sup>在检查了 174 例 348 眼青光眼及可疑青光眼患者后也得出了一致的结论。与我们的结果不同的是,在他们的研究中两组眼压测量值之间存在显著的差异,这可能与我们所纳入的研究对象 80% 为接受治疗的青光眼患者有关,因此我们的眼压测量值范围较窄且均值偏低(范围为  $6.8 \sim 49.8\text{mmHg}$ ,平均为  $17.26 \pm 5.91\text{mmHg}$ )。有研究证明,当眼压测量值越高时,测量误差越大,这可能是研究结果存在差异的原因。而在临床工作中,治疗以及未经治疗的青光眼患者并存的眼压数据分析,更符合于临床实际。

RBT 小巧便携、不受体位的限制,可用于角膜水肿、混浊或角膜表面不平者的眼压测量,因此在临床上具有独特的优势。已有许多研究<sup>[12-13]</sup>在正常人群、青光眼、高眼

压、可疑青光眼患者中比较了RBT的测量准确性,结果表明,RBT倾向于过高估计GAT测得的眼压约0.1~3.36mmHg,Martinez-de-la-Casa等<sup>[14-15]</sup>进行了两项研究以发现高眼压及青光眼患者RBT测量值的准确性,两项研究结果均发现RBT测量值与GAT具有良好的相关性,但始终高于GAT(两项研究RBT-GAT平均差异分别为1.8±2.8、1.4±2.7mmHg)。Bland-Altman图显示两种方法之间95%的一致性限值分别为-3.7~7.3mmHg和-4.3~6.4mmHg。在本研究中RBT的测量平均值较GAT高1.19mmHg,一致性界限范围为-5.2~7.6mmHg,与既往的研究结果类似,均超过了临床所能接受的误差范围。

所测评的两种眼压计与GAT相比均未表现出良好的一致性,这可能与眼压测量机制的不同有关。GAT眼压计测量眼压时,测压头压平角膜的面积为7.354mm<sup>2</sup>,引起眼球变形和眼内容积的改变很小(约为0.56mm<sup>3</sup>),机械压平的方式也不易受眼表状态的影响,且不受眼球壁硬度或角膜曲率大小的影响,因此测出的眼压相当准确,平均误差仅为±0.07kPa,而非接触式眼压计是通过测量气流脉冲压平角膜中央区一定面积(直径为3.0mm)时所需的时间自动换算为眼压测量值<sup>[16]</sup>,由于是靠喷射气流压平角膜,因此一些导致眼表生物力学改变的因素,更易影响角膜前表面被压平的时间,从而影响眼压测量值,既往已有研究证实,NCT相较于GAT更易受角膜厚度的影响,甚至在角膜状态明显异常时无法测量出眼压值<sup>[17]</sup>。

RBT是通过一根直径约1mm的探头触碰角膜,通过测量其回弹的加速度变换从而计算眼压,因此测量位置和角度对测量结果准确性的影响尤为重要。Queirós等<sup>[18]</sup>研究发现,RBT测量角膜中央、鼻侧、颞侧的眼压值存在差异,角膜中央测量值明显高于鼻侧和颞侧,李炳震等<sup>[19]</sup>也做了同样的研究却得到了相反的结论。因此在使用回弹式眼压计时应注意测量位置,并保持探头垂直接触角膜,以减少误差。

既往研究表明<sup>[3]</sup>,当眼压测量值偏离正常值越多,存在的误差也越大,在我们的研究中也证明了这一点。值得关注的是,在青光眼患者中,即使我们仅分析正常眼压范围内的眼压值,NCT和RBT的测量结果仍超出了所允许的误差范围。Vincent等<sup>[20]</sup>在研究了109例治疗中的青光眼患者后也得出了一致的结论,这说明对于青光眼患者而言,即使在正常眼压范围内,NCT和RBT仍无法准确测出眼压值,这可能与长期使用降眼压药物以及既往青光眼手术对正常眼表和前房结构的干扰有关。

本研究也存在着一些局限性:(1)由于近年缺少中国人眼压值的统计研究,因此我们计算的可允许误差的基本数据来源于1996年的一项统计资料,随着角膜屈光手术和一些眼表手术的增加,眼压平均值可能会发生漂移。(2)本研究由于临床条件受限,研究样本量较少。(3)本研究并未对中央角膜厚度等相关影响因素和测量可重复性进行研究,在后续的研究中,我们将予以详细的分析。

综上所述,对于青光眼患者而言,NCT和RBT的测量结果只能作为参考,均不能简单代替GAT用于临床诊治。随着测量值偏离正常眼压范围,NCT和RBT的测量误差也有所增大。临床医生应结合临床实际选择合适的眼压计,在使用NCT和RBT测量时,需结合患者个体情况综合考虑,以免贻误诊治。

## 参考文献

- 1 Song P, Wang J, Bucan K, *et al.* National and subnational prevalence and burden of glaucoma in China: A systematic analysis. *J Glob Health* 2017;7(2):020705
- 2 Kato Y, Nakakura S, Matsuo N, *et al.* Agreement among Goldmann applanation tonometer, iCare, and Icare PRO rebound tonometers; non-contact tonometer; and Tonopen XL in healthy elderly subjects. *Int Ophthalmol* 2018;38(2):687-696
- 3 张莉,李双农,范永.非接触眼压计回弹式眼压计及三种眼压计测量眼压的对比研究. *中国药物与临床* 2016;16(11):1641-1643
- 4 Babalola OE, Kehinde AV, Iloegbunam AC, *et al.* A comparison of the Goldmann applanation and non-contact (Keeler Pulsair EasyEye) tonometers and the effect of central corneal thickness in indigenous African eyes. *Ophthalmic Physiol Opt* 2009;29(2):182-188
- 5 Internationaler Standard für Augentonometer ISO 8612: Ophthalmic Instruments-Tonometers. Berlin:Beuth-Verlag 2001:1-13
- 6 Ruokonen PC, Schwentek T. Evaluation of the impedance tonometers TGDc-01 and iCare according to the international ocular tonometer standards ISO 8612. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2007;245(9):1259-1265
- 7 Martinez-de-la-Casa JM, Jimenez-Santos M, Saenz-Frances F, *et al.* Performance of the rebound, noncontact and Goldmann applanation tonometers in routine clinical practice. *Acta Ophthalmol* 2011;89(7):676-680
- 8 李凤鸣.眼科全书.北京:人民卫生出版社.1996:1726-1750
- 9 缪华章,陈林,刘玉秀.定量方法对比研究一致性评价 Bland-Altman法LoA的可信区间估计. *中国卫生统计* 2014;31(1):64-67
- 10 李红锋,欧阳君,屈晓勇.眼压计与非接触眼压计测量青光眼患者眼压的对比分析. *国际眼科杂志* 2015;15(1):144-145
- 11 阎启昌,王欣玲,贺玉华,等.非接触式眼压计与Goldmann压平眼压计测量眼压的比较. *国际眼科杂志* 2006;6(1):114-115
- 12 Grigorian F, Grigorian AP, Li A, *et al.* Comparison of the Icare rebounder bound tonometry with the goldmann applanation tonometry in a pediatric population. *J AAPOS* 2015;19(6):572-574
- 13 Grewal DS, Stinnett SS, Folgar FA, *et al.* A comparative study of rebound tonometry with Tonopen and Goldmann applanation tonometry following vitreoretinal surgery. *Am J Ophthalmol* 2016;161(1):22-28
- 14 Martinez-de-la-Casa JM, Garcia-Feijoo J, Castillo A, *et al.* Reproducibility and clinical evaluation of rebound tonometry. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2005;46(12):4578-4580
- 15 Martinez-de-la-Casa JM, Garcia-Feijoo J, Vico E, *et al.* Effect of corneal thickness on dynamic contour, rebound, and Goldmann tonometry. *Ophthalmology* 2006;113(12):2156-2162
- 16 Yilmaz I, Altan C, Aygit ED, *et al.* Comparison of three methods of tonometry in normal subjects: Goldmann applanation tonometer, non-contact airpuff tonometer, and Tono-Pen XL. *Clin Ophthalmol* 2014;8:1069-1074
- 17 Yildiz A. Comparison of Goldmann applanation, non-contact, dynamic contour and tonopen tonometry measurements in healthy and glaucomatous eyes, and effect of central corneal thickness on the measurement results. *Med Glas (Zenica)* 2018;15:152-157
- 18 Queirós A, González-Méijome JM, Fernandes P, *et al.* Technical note: a comparison of central and peripheral intraocular pressure using rebound tonometry. *Ophthalmic Physiol Opt* 2007;27(5):506-511
- 19 李炳震,洪晶,彭荣梅.角膜内皮移植术后眼压计与眼压计眼压测量的对比研究. *中华眼科杂志* 2013;49(3):257-262
- 20 Vincent SJ, Vincent RA, Shields D. Comparison of intraocular pressure measurement between rebound, non-contact and Goldmann applanation tonometry in treated glaucoma patients. *Clin Exp Ophthalmol* 2012;40(4):e163-170