

中央角膜厚度对 Goldmann 眼压计与非接触式眼压计测量值的影响

曾阳发 刘杏 黄晶晶 蔡小于 钟毅敏 毛真 王涛 肖辉

【摘要】 目的 探讨中央角膜厚度 (CCT) 对 Goldmann 眼压计与非接触式眼压计 (NCT) 眼压测量值的影响。方法 分别用 Goldmann 眼压计与 NCT 测量 83 例 (83 只眼) 正常人的眼压, 采用光学相干断层扫描仪 (OCT) 测量 CCT。采用配对 T 检验比较 Goldmann 眼压计与 NCT 眼压计眼压测量值的差异, 采用线性相关分析方法分析两种眼压计眼压测量值之间的相关关系, 并分析 CCT 对两种眼压计眼压测量值的影响。结果 Goldmann 眼压计测得的眼压平均值为 (13.46 ± 2.93) mmHg, NCT 测得的平均值为 (12.29 ± 3.47) mmHg, 两者之间差异有显著性 ($t=5.831, P < 0.001$); 两种眼压计眼压测量值呈正相关 ($r=0.852, P < 0.001$)。Goldmann 眼压计眼压测量值和 NCT 眼压测量值均与 CCT 呈正相关, r 值分别为 $0.424 (P < 0.001)$ 和 $0.568 (P < 0.001)$ 。Goldmann 眼压计眼压测量值与 NCT 眼压测量值的差值与 CCT 呈负相关 ($r=-0.402, P < 0.001$)。去除 CCT 因素影响后, 两种眼压计眼压测量值的残差差异无显著性 ($t=-0.272, P=0.787$)。结论 Goldmann 眼压计与 NCT 眼压计眼压测量值均受 CCT 的影响, CCT 对 NCT 眼压测量值的影响更大; 两种眼压计眼压测量值的差异可能来源于个体 CCT 的差异。

【关键词】 角膜厚度; 眼压; 眼压测量; 光学相干断层扫描仪

【Abstract】 Objective To study the effect of CCT on the intraocular pressure (IOP) measured by Goldmann applanation tonometer (GAT) and non-contact tonometer (NCT). **Methods** IOP of 83 normal persons (83 eyes) was measured using GAT and NCT, and CCT was measured using OCT. The IOPs measured by GAT and NCT were compared using paired samples T test. The correlation of IOP between GAT and NCT was analyzed using linear regression analysis. The effect of CCT on IOPs of GAT and NCT was analyzed. **Results** The mean IOPs measured by GAT and NCT were (13.46 ± 2.93) mmHg and (12.29 ± 3.47) mmHg, respectively, with significant difference ($t=5.831, P < 0.001$). There was significantly positive correlation of IOP between GAT and NCT ($r=0.852, P < 0.001$), and between IOPs by GAT and NCT with CCT ($r=0.424, P < 0.001$ and $r=0.568, P < 0.001$, respectively). The difference of IOPs by GAT and NCT was significantly correlated with CCT ($r=-0.402, P < 0.001$). When the effect of CCT was eliminated by CO-ANOVA, there was not significant difference of IOPs between GAT and NCT ($t=-0.272, P=0.787$). **Conclusions** CCT had more influences on NCT than on GAT, and the difference of IOPs by GAT and NCT may originate from the difference of individual CCT.

【Key words】 Corneal thickness; Optical Coherence Tomography; Intraocular pressure, tonometry

Goldmann 压平眼压计与非接触式眼压计 (Non-Contact Tonometer, NCT) 是目前临床中运用最为广泛的眼压测量工具, Goldmann 压平眼压计测量眼压受巩膜硬度、眼眶压力等因素影响较少,

因此被认为是目前测量眼压的“金标准”。NCT 则因其操作简便, 测量时的非接触使之更易为患者接受, 已广泛应用于眼科临床。但由于两种眼压计测量的原理存在一定的差异, 其测量值也不完全相同。研究表明, 两种眼压计的测量值均受中央角膜厚度 (Corneal Central Thickness, CCT) 的影响, 并且 CCT 对之的影响程度也不一样^[1]。为探讨 CCT 对这两种眼压计测量值影响的异同, 本研究采用光学相干断层扫描仪 (Optical Coherence Tomography,

基金项目: 广州市科技计划项目 (2005J1-C0101)

作者单位: 510060 广州, 眼科学国家重点实验室, 中山大学中山眼科中心

通讯作者: 刘杏, E-mail: liuxing@mail sysu

OCT) 测量了一组正常人的 CCT, 同时分别用 Goldmann 眼压计与 NCT 测量眼压, 观察 CCT 对这两种眼压计眼压测量值的影响。

对象与方法

一、对象

收集 2004 年 3 月至 5 月在中山眼科中心门诊就诊的正常人 83 例 83 只眼, 男 43 例, 女 40 例, 年龄 (18~55) 岁, 平均 (33.52 ± 9.24) 岁。所有入选眼的矫正视力 ≥ 1.0 , 屈光度范围 $(+0.5D \sim -3.00D)$, 无眼部刺激症状、无外伤史、眼球手术史、角膜接触镜佩戴史、青光眼及糖尿病史, 裂隙灯检查眼前段无异常, 散瞳后用 70D 前置镜检查眼底无异常。所有受检者均被告知检查目的, 并获得受检者的同意。

二、仪器与检查方法

1. 眼压测量

(1)Goldmann 压平眼压计测量: 采用瑞士 Haag-Streit 公司生产的 T900 型 Goldmann 压平眼压计测量眼压。测量前用表面麻醉剂 0.4% 盐酸奥布卡因滴眼液 (倍诺喜) 滴眼, 结膜囊滴少许 0.5% 荧光素钠液, 被检者头部置于裂隙灯颌架上, 双眼平视前方进行眼压测量, 每眼测量 1 次。所有 Goldmann 眼压测量均为同一测量者。

(2)非接触式眼压计测量: 采用美国 Reichert 公司生产的 XPERTTMNCTTMPLUS 型非接触式眼压计测量眼压。在 Goldmann 压平眼压计测量眼压后 15 分钟进行测量, 重复测量 3 次取平均值, 所有 NCT 眼压均为同一测量者测量, 与 Goldmann 眼压测量非同一直测量者。

2. 中央角膜厚度测量: 采用美国 Carl Zeiss 公司生产的 Zeiss-Humphrey 光学相干断层扫描仪 (STRATUS OCT, OCT3, 软件版本 4.1) 进行 CCT 检查。OCT 扫描线长度设置为 3mm, 行水平及垂直扫描; 扫描方向为水平扫描从左至右, 垂直扫描从上至下。受检者在正常瞳孔状态下进行检查。取坐位, 采用内注视的方法。扫描时, 将水平或垂直扫描线的中点经过瞳孔中央, 以确保扫描部位位于角膜中央。将水平及垂直扫描成像质量好的图像各 3 张储存于计算机。采用 OCT3 自带分析程序 Scan Profile 分析图像, 选择扫描线经中央角膜的图像 1 张进行 CCT 测量。

三、统计学方法

采用 SPSS11.5 统计分析软件。两种眼压计测

量结果的比较采用配对 t 检验, 相关关系采用线性相关分析; 两种眼压计测量值与 CCT 的关系采用线性相关与回归分析; Goldmann 眼压测量值与 NCT 眼压测量值的差值与 CCT 的关系采用线性相关分析和协方差分析。

结 果

一、Goldmann 压平眼压测量值与非接触眼压测量值及比较

83 眼用 Goldmann 压平眼压计测量的平均眼压为 (13.46 ± 2.93) mmHg, 极差 (8~21) mmHg, 95% 置信区间为 (12.82, 14.10 mmHg); NCT 测量的平均眼压为 (12.29 ± 3.47) mmHg, 极差 (8~24) mmHg, 95% 置信区间为 (11.53, 13.05 mmHg)。经配对 t 检验, $t=5.831$, $P < 0.001$, 差异有统计学意义; Goldmann 压平眼压测量值 (GAT-IOP) 大于 NCT 眼压测量值 (NCT-IOP), 差值的均数为 (1.17 ± 1.82) mmHg, 极差 (-4.00~5.30) mmHg, 95% 置信区间为 (0.77~1.56) mmHg。对 GAT-IOP 与 NCT-IOP 进行相关分析, $r=0.852$, $P < 0.001$, 两种眼压测量值呈正相关。其中, 60 只眼的 GAT-IOP 大于 NCT-IOP, 占 72.29%; 17 只眼的 NCT-IOP 大于 GAT-IOP, 占 20.48%; 6 只眼 (7.23%) 两种眼压计测量值相等。

二、Goldmann 压平眼压值、NCT 眼压值与 CCT 的相关与回归分析

1. Goldmann 压平眼压值与 CCT 的相关性及回归分析

CCT 的均值为 (528.87 ± 34.68) μm , 将 GAT-IOP 与 CCT 值进行相关分析, $r=0.424$, $R^2=0.180$, $P < 0.001$; 即 GAT-IOP 与 CCT 呈正相关。对 GAT-IOP 与 CCT 进行回归分析, 得出回归方程:

$$\text{GAT-IOP} = 0.036 \times \text{CCT} - 5.498$$

回归方程 $F=17.759$, $P < 0.001$, 回归方程有统计学意义。方程的斜率 $K=0.036$, $t=4.214$, $P < 0.001$ (图 1)。回归方程可表述为, CCT 每偏离平均值 $27.78 \mu\text{m}$, GAT-IOP 可出现 1mmHg 的测量偏差。

2. NCT 眼压值与 CCT 的相关性及回归分析

将 NCT-IOP 与 CCT 值进行相关分析, $r=0.568$, $R^2=0.323$, $P < 0.001$; 即 NCT-IOP 与 CCT 呈正相关。对 NCT-IOP 与 CCT 进行回归分析, 得出回归方程:

$$\text{NCT-IOP} = 0.057 \times \text{CCT} - 17.819$$

回归方程的 $F=38.642$, $P < 0.001$, 回归方程

有意义; 方程的斜率 $K=0.057$, $t=6.216$, $P < 0.001$ (图1)。回归方程可表述为, CCT每偏离平均值 $17.54 \mu\text{m}$, NCT-IOP可出现 1mmHg 的测量偏差。

上述两种眼压计的测量值与 CCT 的相关与回归分析表明: CCT与NCT-IOP的相关程度比CCT与GAT-IOP的相关程度高, 亦说明NCT-IOP受CCT的影响较GAT-IOP大。

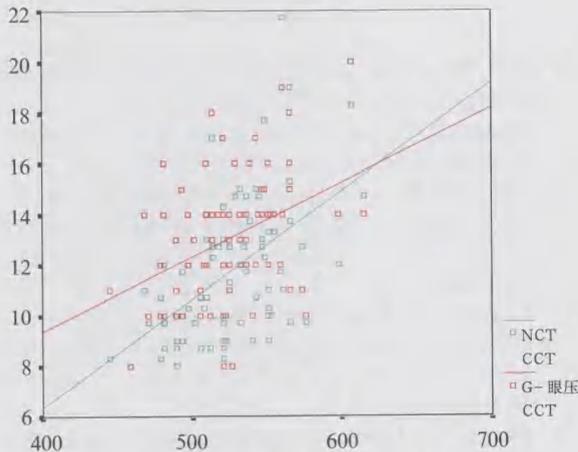


图1 Goldmann和NCT眼压测量值与CCT回归散点图

三、Goldmann眼压测量值与NCT眼压测量值差异来源分析

将83只眼按 $\text{CCT} < 510 \mu\text{m}$, $510 \sim 540 \mu\text{m}$, $> 540 \mu\text{m}$ 分为三组, 对其两种眼压计的测量值进行比较 (表1)。结果显示: GAT-IOP与NCT-IOP均随CCT增厚而增加, 而两种眼压值之差, 则随CCT的增加而减小。对GAT-IOP和NCT-IOP的差值与CCT进行相关分析, $r=-0.402$, $R^2=0.161$, $P < 0.001$, 即GAT-IOP与NCT-IOP的差值与CCT呈负相关, 即随CCT增加, GAT-IOP与NCT-IOP的差值减小。对三组的眼压测量值之差值进行方差分析, $F=20.818$, $P < 0.001$, 差异有统计学意义, 再用LSD方法进行两两比较, 其中, 1组 ($\text{CCT} < 510 \mu\text{m}$) 与3组 ($\text{CCT} > 540 \mu\text{m}$) 的差异有统计学意义 ($P=0.003$); 2组 ($510 \mu\text{m} \leq \text{CCT} \leq 540 \mu\text{m}$) 与1组、2组与3组的差异无统计学意义, P 值分别为 0.165 , 0.099 。

表1 不同CCT的两种眼压计测量值比较

CCT分组 (μm)	眼数	GAT-IOP (mmHg)	NCT-IOP (mmHg)	测量值之差 (mmHg)
< 510	25	12.32 ± 2.64	10.41 ± 2.23	1.91 ± 1.57
$510 \sim 540$	28	13.11 ± 2.50	11.87 ± 2.30	1.24 ± 1.49
> 540	30	14.73 ± 3.13	14.26 ± 4.23	0.47 ± 2.07

通过GAT-IOP与CCT的回归方程以及NCT-

IOP与CCT的回归方程, 分别得出GAT-IOP的预测值 (13.54 ± 1.25) mmHg与NCT-IOP的预测值 (12.33 ± 1.98) mmHg, 预测值减去实际眼压测量值可得出眼压的残差, 对两种眼压值的残差进行配对t检验, $t=-0.272$, $P=0.787$, 结果表明, 去除了CCT的影响后, 两种眼压计测量值的差异无统计学意义。

讨 论

Goldmann眼压计与NCT均为压平眼压计, 同以Imber-Fick原理为工作基础, Goldmann压平眼压计以压平恒定的角膜面积所需的压力决定眼压, 压平角膜的直径为 3.06mm , 10mmHg 眼压需用力 1.0g 。而NCT则利用脉冲气体压平角膜, 根据压平角膜的时间转换为压力, 当压平角膜面积的直径为 3.60mm , 10mmHg 眼压需用力 1.4g , 两者压平单位面积所需的压力基本相等^[2]。Goldmann压平眼压计测量眼压受巩膜硬度、眼眶压力等因素影响较少, 因此用Goldmann压平眼压计测量眼压被认为是目前测量眼压的“金标准”。NCT的特点为测量头不与眼球表面接触, 其内部装载有校正系统, 直接从显示屏得到眼压数值, 从而避免了观察者读数带来的偏差。由于测量过程中不接触眼球而避免了角膜上皮损伤、交叉感染等的危险。这两种眼压计在临床中均广为运用, 相互间各有优缺点。

研究表明^[3-6], Goldmann压平眼压计与NCT的眼压测量值大多不相一致, Goldmann压平眼压计的眼压测量值一般较NCT高, 但存在较好的相关性 (r 为 $0.74 \sim 0.98$)。Paranhos^[4]测量了202例404只眼的眼压发现GAT-IOP大于NCT-IOP。Derka^[5]分别用Goldmann压平眼压计与NCT测量了617眼的眼压, 眼压平均值分别为 17.8mmHg 和 17.3mmHg , Goldmann眼压值略高于NCT眼压值, 两者的相关系数 $r=0.74$ 。国内石晶明等^[6]的研究则表明NCT-IOP高于GAT-IOP。本研究对83例83只眼同时用Goldmann压平眼压计与NCT测量眼压, GAT-IOP的平均值为 (13.46 ± 2.93) mmHg, NCT-IOP的平均值为 (12.29 ± 3.47) mmHg, 差异有显著性, 差值均数为 (1.17 ± 1.82) mmHg, GAT-IOP高于NCT-IOP, 但两者相关性较好, 与国外学者的研究结果相似。

分析Goldmann眼压计和NCT眼压计测量值之间差异的原因, 综合文献有以下三点: ①不同仪器的测量值可能不相同, 即使同一仪器不同型号测量

值也可以不相同^[7]。Mackie 等^[7]用 Keeler Pulsair 2000 和 American Optical MkII 两种型号的 NCT 测量眼压, 并与 Goldmann 压平眼压计的测量值进行对比, 结果 Keeler Pulsair 2000 的眼压值高于 Goldmann 眼压值, 而 American Optical MkII 的眼压值低于 Goldmann 眼压值。②在不同的眼压水平时, Goldmann 压平眼压计和 NCT 眼压计测量的眼压不相同。Yucel^[8]的研究表明, 当 GAT-IOP 小于 18mmHg 时, NCT 眼压值与之无显著性差异; 而当 GAT-IOP 大于 18mmHg 时, NCT-IOP 低于 GAT-IOP。钟一声等^[10]发现眼压在 10~20mmHg 时, 两种眼压计测量值差异小; 当眼压 > 30mmHg 时, 差异增大。③角膜厚度可以影响 Goldmann 眼压计与 NCT 眼压测量值^[3,11,12]。Graf 认为^[11], NCT-IOP 受角膜厚度影响较大, 假定每 10 μ m 的 CCT 可影响 1mmHg 的眼压测量值, 如果角膜较薄时, NCT 的测量值低于 Goldmann 眼压值, 那么当角膜较厚时, NCT 的眼压测量值则可能高于 Goldmann 眼压值; 而正常人的角膜变异较大, 所以两种眼压计的测量值即表现出不一致的结果。Recep 等^[12]的研究证实了 Graf 的部分观点, 其研究表明 Goldmann 眼压计和 NCT 的测量值的差值与 CCT 相关, 即两种眼压计测量值的差异与 CCT 有关。

本研究结果表明 NCT 眼压测量值与 CCT 的相关系数 $r=0.568$, 其眼压的校正公式为 $1\text{mmHg}/17.54\mu\text{m}$, GAT-IOP 与 CCT 的相关系数 $r=0.424$, 其眼压的校正公式为 $1\text{mmHg}/27.78\mu\text{m}$, 这提示 CCT 对 NCT-IOP 的影响更大, 与鲍捷^[1]等的研究结果相似。进一步将两种眼压计测量值按 CCT 的不同进行分组比较, 发现当 CCT 增加时, 两种眼压计的差异逐渐减小, GAT-IOP 与 NCT-IOP 的差值与 CCT 呈负相关, 这表明两种眼压计测量值的不同可能与 CCT 有关。用本研究推算出的 CCT 与两种眼压计的回方程, 对两种眼压计测量值进行协方差分析, 结果表明, 去除 CCT 对眼压测量值的影响后两种眼压计的测量值无显著性差异。因此我们推测这两种眼压计测量值的差异可能来源于个体间角膜厚度的

差异。

本研究结果提示, 上述两种眼压计的眼压测量值均受 CCT 的影响, NCT 尤为甚之。我们既往的研究表明^[13], 正常眼压青光眼和高眼压症患者的中央角膜厚度明显偏离了正常值, 故这类患者的 NCT 眼压值受 CCT 的影响比正常人更大, 对之尤其要审慎。

参 考 文 献

- 1 鲍捷, 代艳, 陈晓明. 角膜厚度对两种眼压测量方法的影响. 中国实用眼科杂志. 2005; 23: 272-274
- 2 Shields MB. The non-contact tonometer. Its value and limitations. Surv Ophthalmol, 1980; 24: 211-219
- 3 Stabuc Silih M, Hawlina M. Influence of corneal thickness on comparative intraocular pressure measurements with Goldmann and non-contact tonometers in keratoconus. Klin Monatsbl Augenheilkd. 2003; 220: 843-847
- 4 Paranhos A Jr, Paranhos FR, Prata JA Jr, et, al. Influence of keratometric readings on comparative intraocular pressure measurements with Goldmann, Tono-Pen, and noncontact tonometers. J Glaucoma. 2000; 9: 219-23
- 5 Derka H. The American Optical non-contact tonometer and its results compared with the Goldmann applanation tonometer. Klin Monatsbl Augenheilkd. 1980; 177: 634-42
- 6 石晶明, 蒋幼芹. 非接触眼压计测量的评价 - 与 Goldmann 眼压计的比较. 中国实用眼科杂志. 2002; 20: 370-372.
- 7 Mackie SW, Jay JL, Ackerley R, et, al. Clinical comparison of the Keeler Pulsair 2000, American Optical MkII and Goldmann applanation tonometers. Ophthalmic Physiol Opt. 1996; 16: 171-7
- 8 Yucel AA, Sturmer J, Gloor B. Comparison of tonometry with the Keeler air puff non-contact tonometer "Pulsair" and the Goldmann applanation tonometer. Klin Monatsbl Augenheilkd. 1990; 197: 329-334
- 9 Brencher HL, Kohl P, Reinke AR, et, al. Clinical comparison of air-puff and Goldmann tonometers. J Am Optom Assoc. 1991; 62: 395-402
- 10 钟一声, 龚洁, 叶纹等. 非接触式眼压计与 Goldmann 压平眼压计测量眼压的比较. 眼视光学杂志, 2000; 2: 101-103
- 11 Graf M. Significance of the corneal thickness in non-contact tonometry. Klin Monatsbl Augenheilkd. 1991; 199: 183-6
- 12 Recep OF, Hasiripi H, Cagail N, et, al. Relation between corneal thickness and intraocular pressure measurement by noncontact and applanation tonometry. J Cataract Refract Surg, 2001; 27: 1787-1791
- 13 刘杏, 曾阳发, 黄晶晶等. 相干光断层扫描仪检测正常人及青光眼患者中央角膜厚度. 中华眼科杂志. 2006; 42: 199-203
(收稿时间: 2006-08)