

# 术前IOP对SMILE术后IOP检测的影响

宋爽<sup>1,2</sup>, 梁涛<sup>2\*</sup>, 徐丽<sup>2</sup>, 姜仲泰<sup>2</sup>, 刘胜男<sup>3</sup>, 刘美光<sup>2</sup>

<sup>1</sup>青岛大学, 山东 青岛

<sup>2</sup>青岛大学附属医院, 山东 青岛

<sup>3</sup>济南市第二人民医院, 山东 济南

收稿日期: 2022年3月1日; 录用日期: 2022年3月25日; 发布日期: 2022年4月7日

## 摘要

目的: 探讨术前不同范围的基线眼压(IOP)对飞秒激光小切口角膜基质透镜取出术(SMILE)术后角膜形态的影响, 并进一步分析其对IOP检测的影响。方法: 前瞻性系列病例分析。收集从2020年5月至2020年12月在青岛大学附属医院眼科行SMILE手术治疗的近视和(或)散光的患者52例共100眼的资料, 其中男27例、女25例, 要求术前中央角膜厚度(CCT)在545~565  $\mu\text{m}$ 之间, 等效球镜度(SE)在-3.00D~-6.00D之间。根据患者术前IOP分为两组: A组 $10 \leq \text{IOP} \leq 15 \text{ mmHg}$ , B组 $15 < \text{IOP} \leq 21 \text{ mmHg}$ 。使用非接触眼压计(NCT)测量IOP、Pentacam眼前节分析系统测量CCT及角膜切削量(CV)、可视化生物力学分析仪(Corvis ST)测量角膜变形幅度(DA), 采用独立样本t检验、配对t检验、Pearson相关性进行数据分析。结果: 1) A组手术前与术后6个月时IOP为:  $12.80 \pm 1.24$ 、 $8.04 \pm 1.35 \text{ mmHg}$ , B组手术前与术后6个月时IOP为:  $17.02 \pm 1.37$ 、 $13.95 \pm 1.58 \text{ mmHg}$ , 两组术后IOP均较术前明显降低, 差异具有统计学意义( $P < 0.05$ ); A组手术前与术后6个月时DA为:  $1.05 \pm 0.11 \text{ mm}$ 、 $1.29 \pm 0.12 \text{ mm}$ , B组手术前与术后6个月时DA为:  $1.06 \pm 0.12$ 、 $1.24 \pm 0.14$ , 两组术后DA均较术前增加, 差异具有统计学意义( $P < 0.001$ ); 2) 两组手术前后 $\Delta\text{IOP}$ 分别为 $4.76 \pm 0.76$ 、 $3.07 \pm 0.84 \text{ mmHg}$ , 比较差异具有统计学意义( $P < 0.001$ ),  $\Delta\text{DA}$ 分别为 $-0.23 \pm 0.12$ 、 $-0.18 \pm 0.15 \text{ mm}$ , 比较差异具有统计学意义( $P = 0.046$ ); 3) A组中 $\Delta\text{IOP}$ 与 $\Delta\text{DA}$ 之间呈中度负相关( $r = -0.347$ ,  $P < 0.01$ ), B组中呈无相关性( $r = -0.217$ ,  $P < 0.01$ )。结论: 术前不同范围的基线IOP对SMILE术后IOP的检测的影响具有差异性, 对术前基线眼压偏低的眼的影响更加明显。

## 关键词

角膜屈光手术, 眼压检测, 飞秒激光小切口角膜基质透镜取出术, 角膜视生物力学

# Effect of Preoperative IOP on Postoperative IOP Detection of SMILE

Shuang Song<sup>1,2</sup>, Tao Liang<sup>2\*</sup>, Li Xu<sup>2</sup>, Zhongtai Jiang<sup>2</sup>, Shengnan Liu<sup>3</sup>, Meiguang Liu<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Qingdao University, Qingdao Shandong

\*通讯作者 Email: [yankelt@163.com](mailto:yankelt@163.com)

<sup>2</sup>The Affiliated Hospital of Qingdao University, Qingdao Shandong<sup>3</sup>Jinan Second People's Hospital, Jinan ShandongReceived: Mar. 1<sup>st</sup>, 2022; accepted: Mar. 25<sup>th</sup>, 2022; published: Apr. 7<sup>th</sup>, 2022

## Abstract

**Objective:** To investigate the effect of preoperative baseline intraocular pressure (IOP) in different ranges on corneal morphology after femtosecond laser small incision corneal stromal lens extraction (SMILE), and further analyze its effect on IOP detection. **Methods:** Prospective series of case analysis. 52 patients (100 eyes) with myopia astigmatism, including 27 males and 25 female, who underwent SMILE surgery at the Affiliated Hospital of Qingdao University from May 2020 to December 2020 were enrolled, requiring preoperative central corneal thickness (CCT) between 545 and 565  $\mu\text{m}$  and equivalent sphere microscopy (SE) between  $-3.00\text{D}\sim-6.00\text{D}$ . Patients were divided into two groups according to preoperative IOP: group A  $10 \leq \text{IOP} \leq 15 \text{ mmHg}$  and group B  $15 < \text{IOP} \leq 21 \text{ mmHg}$ . IOP was measured by non-contact tonometer (NCT), CCT and Corneal cutting volume (CV) was measured by Pentacam anterior segment analysis system, and corneal deformation amplitude (DA) was measured by visual biomechanical analyzer (Corvis ST). The data were analyzed by independent sample t-test, paired t-test and Pearson correlation. **Results:** 1) The IOPs of group A before operation and 6 months after operation were  $12.80 \pm 1.24$  and  $8.04 \pm 1.35 \text{ mmHg}$ , and those of group B before operation and 6 months after operation were  $17.02 \pm 1.37$  and  $13.95 \pm 1.58 \text{ mmHg}$ . The postoperative IOPs of the two groups were significantly lower than those before operation ( $P < 0.05$ ); the DA of group A before operation and 6 months after operation were  $1.05 \pm 0.11 \text{ mm}$  and  $1.29 \pm 0.12 \text{ mm}$ , and that of group B before operation and 6 months after operation were  $1.06 \pm 0.12 \text{ mm}$  and  $1.24 \pm 0.14 \text{ mm}$ . The DA of the two groups increased significantly compared with that before operation ( $P < 0.001$ ); 2) Before and after operation, the  $\Delta\text{IOP}$  of the two groups were  $4.76 \pm 0.76$  and  $3.07 \pm 0.84 \text{ mmHg}$  respectively, and the difference was statistically significant ( $P < 0.001$ ). The  $\Delta\text{DA}$  were  $-0.23 \pm 0.12$  and  $-0.18 \pm 0.15 \text{ mm}$  respectively, and the difference was statistically significant ( $P = 0.046$ ); 3) There was a moderate negative correlation between  $\Delta\text{IOP}$  and  $\Delta\text{DA}$  in group A ( $r = -0.347$ ,  $P < 0.01$ ), but there was no correlation in group B ( $r = -0.217$ ,  $P < 0.01$ ). **Conclusion:** Different ranges of preoperative baseline IOP have different effects on the detection of postoperative IOP of SMILE, especially in the eyes with low preoperative baseline IOP.

## Keywords

Corneal Refractive Surgery, Intraocular Pressure Measurement, Femtosecond Laser Small Incision Corneal Stromal Lens Extraction, Corneal Biomechanics

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Open Access

## 1. 引言

角膜屈光手术矫正屈光不正正在临床上的应用越发广泛。飞秒激光小切口角膜基质透镜取出术(SMILE)伴随着其安全性、有效性及稳定性被越来越多的研究所证实, 已经成为目前主流角膜屈光手术方式之一[1][2]。角膜屈光手术作为一种眼表手术, 手术过程中未影响房水的循环, 患者术后无低眼压的临床表现,

故认为手术前后 IOP 的真实值未发生变化。术后使用 NCT 或者 Goldmann 眼压计测量的术后 IOP 值较术前明显降低[3], 多归因于角膜组织被削薄所致[4], 但是通过校正后获得的 IOP 测量值与真实的 IOP 值之间仍存在一定的差异。目前尚未出现一种被广泛认可的 SMILE 术后 IOP 的校正方法。近视是青光眼发生的危险因素之一[5], 精确的眼压测量值在青光眼的诊疗过程中具有重要作用。因此如何获得角膜屈光手术后 IOP 测量的真实值一直是该领域研究的热点问题之一。本文旨在探讨术前不同范围基线 IOP 下角膜的形态变化情况以及其对术后 IOP 测量值的影响。

## 2. 对象和方法

### 2.1. 对象

回顾性分析 2019 年 10 月至 2020 年 8 月在青岛大学附属医院眼科行 SMILE 手术的近视和(或)散光患者共 52 例(共 102 只患眼)的资料, 其中男 27 例(52 眼)、女 25 例(50 眼), 平均年龄( $21.6 \pm 4.3$ )岁。纳入标准: 1) 年龄  $\geq 18$  岁; 2)  $-3.00\text{D} \leq \text{SE} \leq -6.00\text{D}$ , 1 年内屈光度进展  $\leq 0.5\text{D}$ , 最佳矫正视力  $\geq 1.0$ ; 3) 角膜透明、形态正常,  $545 \leq \text{CCT} \leq 565 \mu\text{m}$ , 预计术后剩余角膜基质层厚度  $\geq 280 \mu\text{m}$ , 无干眼及其他眼表疾病; 4) 术前停戴软性角膜接触镜  $\geq 2$  周、硬性角膜接触镜  $\geq 4$  周、角膜塑形镜  $\geq 3$  个月; 5) 眼压水平: 术前眼压  $\leq 21 \text{ mmHg}$ 。排除标准: 1) 年龄  $< 18$  岁; 2) 存在青光眼、白内障、可疑或者圆锥角膜, 眼部活动性炎症反应或感染、既往眼部手术史及外伤史, 眼底病等病史; 3) 存在糖尿病、甲亢、全身结缔组织病, 有精神异常等全身疾病史; 4) 术前 IOP  $> 21 \text{ mmHg}$ 。

本研究已通过青岛大学附属医院伦理委员会批准, 遵循赫尔辛基宣言, 所有患者术前均签署知情同意确认书。

### 2.2. 方法

#### 2.2.1. 检查方法

所有患者均接受角膜屈光手术常规术前检查, 包括裸眼视力(Uncorrected visual acuity, UCVA)、最佳矫正视力(Best-corrected visual acuity, BCVA)、显然验光及电脑验光、非接触眼压计(Non-contact tonometer, NCT, 日本 NIDEK 公司)测量 IOP、裂隙灯显微镜及眼底检查、Pentacam 眼前节图像分析系统(德国 OCULUS 公司)测量角膜地形图及 CCT、可视化角膜生物力学分析仪(Corneal visualization Scheimpflug technology, Corvis ST, 德国 OCULUS 公司)测量角膜形态参数: 角膜形变幅度(Deformation amplitude, DA)。以上检查均由经验丰富的同一眼科技师独立完成。

#### 2.2.2. 手术方法

所有手术均由同一位经验丰富的医师完成。术前使用广谱抗菌药物滴眼液点眼 3 d, 每天 4 次预防感染。使用 VisuMax 飞秒激光手术系统进行激光切削。设定角膜帽厚度为  $120 \mu\text{m}$ , 角膜帽直径  $7.8 \text{ mm}$ , 透镜直径  $6.0 \sim 6.5 \text{ mm}$ , 边缘处最薄  $15 \mu\text{m}$ , 侧切角均为  $90^\circ$ , 切口 12 点方向, 大小为  $2 \text{ mm}$ , 术后 RST  $> 280 \mu\text{m}$ 。应用盐酸奥布卡因滴眼液对术眼进行 3 次表面麻醉, 严格按照内眼手术要求进行清洁及消毒。手术时, 患者平卧位注视上方绿色指示灯, 按照设定手术参数, 激光依次扫描后, 通过侧切口钝性分离并完整取出基质透镜。术后常规点药并定期复查。

### 2.3. 统计学方法

采用 SPSS 26.0 统计软件进行数据分析。符合正态分布的计量资料采用  $\bar{x} \pm s$  表示。各组术前与术后的比较采用配对 t 检验, 两组间比较采用独立样本 t 检验,  $\Delta\text{IOP}$  与  $\Delta\text{DA}$  的相关性分析采用 Pearson 相关性分析。 $\Delta$  代表手术前与术后 6 月时数据的变化量。以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

### 3. 结果

#### 3.1. 2 组患者的术前资料

共纳入 52 例(共 100 眼)患者, 根据术前 IOP 分为两组, 分别为: A 组  $10 \leq \text{IOP} \leq 15 \text{ mmHg}$ , B 组  $15 < \text{IOP} \leq 21 \text{ mmHg}$ 。术前两组年龄(Age)、SE、CCT、CV、DA 比较, 差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。见表 1。

**Table 1.** Comparison of preoperative data between the two groups

**表 1.** 两组患者的术前资料的比较

	n	Age	SE	CCT	CV	IOP	DA
A 组	60	23.10 ± 3.61	-5.06 ± 0.71	556.65 ± 5.53	99.35 ± 13.62	12.80 ± 1.24	1.05 ± 0.11
B 组	40	23.85 ± 5.22	-5.09 ± 0.61	556.38 ± 5.68	101.95 ± 9.60	17.02 ± 1.37	1.06 ± 0.11
t		-0.851	-0.228	0.241	-1.117	-15.961	2.019
P		0.397	0.820	0.810	0.267	<0.001	0.891

n, 眼数; Age, 年龄; SE, 等效球镜度; CCT, 中央角膜厚度; CV, 角膜切削量; IOP, 眼内压; DA, 角膜形变幅度。

#### 3.2. 2 组患者手术前后 IOP、DA 的情况

两组患者手术后 6 个月时, IOP 较术前下降, DA 较术前增加, 差异均具有统计学意义( $P < 0.001$ )。2 组  $\Delta\text{IOP}$  分别为  $4.76 \pm 0.76/3.07 \pm 0.84 \text{ mmHg}$ , 两者比较差异具有统计学意义( $t = 10.425, P < 0.001$ )。两组  $\Delta\text{DA}$  分别为  $-0.23 \pm 0.12$ 、 $-0.18 \pm 0.15$ , 两者之间比较差异具有统计学意义( $t = -2.018, P = 0.046$ )。见表 2。

**Table 2.** Changes of IOP and DA before and after operation in the two groups

**表 2.** 两组患者手术前后 IOP、DA 的变化情况

	参数	术前	术后 6 个月	t	P	95%区间上限	95%区间下限
A 组	IOP	12.80 ± 1.24	8.04 ± 1.34	48.29	<0.001	4.95	4.56
	DA	1.05 ± 0.11	1.29 ± 0.12	-14.579	<0.001	-0.27	0.02
B 组	IOP	17.02 ± 1.37	13.95 ± 1.58	23.239	<0.001	2.8	3.34
	DA	1.06 ± 0.11	1.24 ± 0.14	-7.740	<0.001	-0.23	-0.13

#### 3.3. 2 组患者手术前后 $\Delta\text{IOP}$ 与 $\Delta\text{DA}$ 的比较

A 组  $\Delta\text{IOP}$  高于 B 组, 差异具有统计学意义( $P < 0.001$ ), A 组  $\Delta\text{DA}$  的绝对值高于 B 组, 差异具有统计学意义( $P < 0.05$ )。见表 3。

**Table 3.** Comparison of  $\Delta\text{IOP}$  and  $\Delta\text{DA}$  before and after operation in the two groups

**表 3.** 2 组患者手术前后  $\Delta\text{IOP}$ 、 $\Delta\text{DA}$  的比较

	$\Delta\text{IOP}$	$\Delta\text{DA}$
A 组	4.76 ± 0.76	-0.23 ± 0.12
B 组	3.07 ± 0.14	-0.18 ± 0.15
t	10.425	-2.018
P	<0.001	0.046

## 4. 讨论

角膜的屈光力约占人眼屈光系统的 70%，角膜自身具有一定的粘弹性，使其在眼内压、眼睑的共同作用下可以维持稳定的形态，保证屈光效果的稳定性。随着近视的发生率逐年增加，通过手术矫正近视的方式在临床上越来越普遍[2]。飞秒激光应用于角膜屈光手术中后将切削的精确度提升值纳米级水平，其中 SMILE 因术中切口小、无需制作角膜瓣、舒适性高等优势，成为部分近视患者首选的矫正术式[6]。角膜屈光手术通过削薄角膜组织实现矫正屈光不正的目的，术后角膜厚度变薄，生物力学的稳定性下降。SMILE 术中保留了完整的前弹力层和前部基质层，理论上生物力学稳定性优于其他板层的角膜屈光手术术式，但是矫正相似屈光度时，相较于 LASIK 却需要耗费更多的角膜组织[7]。本研究中我们通过分析重复性、代表性较高的生物力学参数角膜形变参数 DA [8] [9]，结果表明，两组患者在术后 6 月时 DA 值均较术前增加，表现为角膜生物力学的稳定性较术前降低，在相同的外力作用下更容易发生形变。多项研究表明在有关角膜生物力学的影响因素中，眼压占据首位。Huseynova 等[10]采用眼反应分析仪及 Corvis ST 评价正常人的角膜变形能力，共纳入 1262 只眼，结果表明：IOP 在角膜形变反应中具有重要作用，涉及分析角膜生物力学特性时不能忽略 IOP 的影响。目前大部分学者认为，理论上 SMILE 手术前后 IOP 的真实值未发生变化。本研究通过探讨不同范围的基线 IOP 下 SMILE 术后角膜形态的变化，并分析其变化对术后 IOP 测量值的影响，为获取 SMILE 术后准确的 IOP 测量值提供一定的思路。

为降低角膜厚度对 IOP 测量值的影响，我们纳入术前 CCT 在 545~565  $\mu\text{m}$  之间、等效球镜度在 -3.00D~-6.00D 之间的近视和(或)散光患者作为研究对象。在早期研究中使用 ORA 测量了角膜生物力学参数，结果发现当 IOP 在 15 mmHg 时，CH 达到最大值，随着 IOP 的升高 CH 值而显著降低[11]。因此我们以 15 mmHg 的术前基线眼压将患者分为两组，术前两组患者在年龄、SE、CCT、AD、DA 上，差异均无统计学意义( $P > 0.05$ )，具有可比性。角膜屈光手术后 6 个月时，患者术眼使用激素类滴眼液的影响多已经消失，而且角膜结构以及形态趋于稳定，测量的角膜参数可信度较高。故我们分析了手术前与术后 6 个月这两个时间点角膜参数的情况。两组组间比较  $\Delta\text{IOP}$  及  $\Delta\text{DA}$  差异具有统计学意义( $P < 0.05$ )，表现为 A 组  $\Delta\text{IOP}$ 、 $\Delta\text{DA}$  的绝对值均高于 B 组，这意味着术前基线 IOP 偏低的术眼组， $\Delta\text{IOP}$  的变化幅度更加明显，角膜的形变幅度更大。Bao 等[12]人在一项兔子的体外实验中，比较了在 7.5 mmHg 至 37.5 mmHg 范围的眼压作用下，角膜生物力学参数的变化情况，结果表明 IOP 对于兔眼角膜生物力学特性具有显著影响。本研究中比较了两组  $\Delta\text{IOP}$  与  $\Delta\text{DA}$  之间的相关性，结果发现 A 组  $\Delta\text{IOP}$  与  $\Delta\text{DA}$  呈低度相关( $r = -0.347, P < 0.01$ )，B 组呈无相关( $r = -0.217, P < 0.01$ )，这提示我们术前 IOP 通过影响角膜的变形幅度，进而影响术后 IOP 的检测，并且对术前基线眼压偏低眼的术后 IOP 检测的影响更加明显。

NCT 测量的 IOP 值易受角膜厚度影响，但是操作过程汇中无需接触角膜降低了交叉感染的机会、时间短、患者配合度高等优势，仍是临床上角膜屈光手术患者术后眼压检测最常用的仪器。Corvis ST 可以校正角膜厚度、年龄等因素对 IOP 的影响，但是其价格昂贵、要求患者配合度高，目前尚未在基层医院广泛应用。故探讨术前不同范围的基线 IOP 对 SMILE 术后 IOP 检测的影响具有一定的临床价值。本研究存在一定的局限性，首先因手术方式、检测设备之间的差异性，可能影响 IOP 的测量值，其次因样本量少、失访率存在的情况下，无法分别按照 CCT、IOP 分别进行更细致的分组分析，今后应扩大样本量，更加深远地探讨影响术后 IOP 的因素。

综上所述，术前不同范围的基线 IOP 对 SMILE 术后 IOP 检测的影响具有一定的差异，对术前基线眼压偏低眼的影响更加明显。

## 参考文献

- [1] Kamiya, K., Takahashi, M., Nakamura, T., *et al.* (2019) A Multicenter Study on Early Outcomes of Small-Incision

- Lenticule Extraction for Myopia. *Scientific Reports*, **9**, Article No. 4067. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-40805-1>
- [2] Dishler, J.G., Slade, S., Seifert, S., *et al.* (2020) Small-Incision Lenticule Extraction (SMILE) for the Correction of Myopia with Astigmatism: Outcomes of the United States Food and Drug Administration Premarket Approval Clinical Trial. *Ophthalmology*, **127**, 1020-1034. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2020.01.010>
- [3] Han, K.E., Kim, H., Kim, N.R., *et al.* (2013) Comparison of Intraocular Pressures after Myopic Laser-Assisted Sub-epithelial Keratectomy: Tonometry-Pachymetry, Goldmann Applanation Tonometry, Dynamic Contour Tonometry, and Noncontact Tonometry. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*, **39**, 888-897. <https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2013.01.035>
- [4] 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[J]. 中华眼科杂志, 2009, 45(8): 6.
- [5] Haarman, A., Enthoven, C.A., Tideman, J., *et al.* (2020) The Complications of Myopia: A Review and Meta-Analysis. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, **61**, 49. <https://doi.org/10.1167/iovs.61.4.49>
- [6] Ang, M., Gatinel, D., Dan, Z.R., *et al.* (2021) Refractive Surgery beyond 2020. *Eye*, **35**, 362-382. <https://doi.org/10.1038/s41433-020-1096-5>
- [7] 张丰菊, 孙明牲. 飞秒激光辅助 LASIK 与飞秒激光小切口角膜基质透镜取出术孰优孰劣[J]. 中华眼科杂志, 2018, 54(1): 7-10. <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.0412-4081.2018.01.003>
- [8] Hon, Y. and Lam, A.K. (2013) Corneal Deformation Measurement Using Scheimpflug Noncontact Tonometry. *Optometry and Vision Science*, **90**, e1-e8. <https://doi.org/10.1097/OPX.0b013e318279eb87>
- [9] Ali, N.Q., Patel, D.V. and McGhee, C.N. (2014) Biomechanical Responses of Healthy and Keratoconic Corneas Measured Using a Noncontact Scheimpflug-Based Tonometer. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, **55**, 3651-3659. <https://doi.org/10.1167/iovs.13-13715>
- [10] Huseynova, T., Waring, G.O., Roberts, C., *et al.* (2014) Corneal Biomechanics as a Function of Intraocular Pressure and Pachymetry by Dynamic Infrared Signal and Scheimpflug Imaging Analysis in Normal Eyes. *American Journal of Ophthalmology*, **157**, 885-893. <https://doi.org/10.1016/j.ajo.2013.12.024>
- [11] Alhamad, T.A. and Meek, K.M. (2011) Comparison of Factors That Influence the Measurement of Corneal Hysteresis *in Vivo* and *in Vitro*. *Acta Ophthalmologica*, **89**, e443-e450. <https://doi.org/10.1111/j.1755-3768.2011.02150.x>
- [12] Bao, F., Deng, M., Wang, Q., *et al.* (2015) Evaluation of the Relationship of Corneal Biomechanical Metrics with Physical Intraocular Pressure and Central Corneal Thickness *in ex vivo* Rabbit Eye Globes. *Experimental Eye Research*, **137**, 11-17. <https://doi.org/10.1016/j.exer.2015.05.018>