

高度近视 SMILE 术后眼压变化与手术参数的相关性

张娜娜, 宋新志, 金庸, 杨丽媛, 钱美伶, 杨君

引用: 张娜娜, 宋新志, 金庸, 等. 高度近视 SMILE 术后眼压变化与手术参数的相关性. 国际眼科杂志 2022; 22(8): 1407-1410

基金项目: 甘肃省自然科学基金项目 (No. 17JR5RA039); 甘肃省人民医院内科研基金项目 (No. 18GSSY5-34)

作者单位: (730000) 中国甘肃省兰州市, 甘肃省人民医院眼视光学中心

作者简介: 张娜娜, 主治医师, 研究方向: 眼视光学及角膜屈光手术。

通讯作者: 杨君, 主任医师, 研究方向: 眼视光学及角膜屈光手术. 13519612003@163.com

收稿日期: 2021-05-14 修回日期: 2022-07-13

摘要

目的: 探讨高度近视飞秒激光小切口角膜基质透镜取出术 (SMILE) 术后非接触眼压 (IOP_{NCT}) 变化与术中相关参数的相关性。

方法: 回顾性分析 2018-01/2019-07 在甘肃省人民医院眼视光学中心行 SMILE 手术的高度近视患者 98 例 196 眼的临床资料。观察手术前后 IOP_{NCT} 变化情况, 记录术中手术光区大小、角膜透镜厚度、角膜帽厚度及残余基质床厚度, 分析其与手术前后 IOP_{NCT} 变化值 (ΔIOP_{NCT} , $\Delta IOP_{NCT} = IOP_{术前} - IOP_{术后6mo}$) 的相关性。

结果: 术后 1d, 1wk, 1, 3, 6mo 本组患者 IOP_{NCT} (10.84 ± 2.14 , 11.00 ± 2.19 , 10.65 ± 2.43 , 10.45 ± 2.04 , 10.61 ± 1.39 mmHg) 与术前 (16.79 ± 1.65 mmHg) 比较均有差异 ($P < 0.001$)。相关性分析结果显示, 本组患者手术光区大小、角膜透镜厚度均与 ΔIOP_{NCT} 呈正相关 ($r = 0.1537$, 0.8161 , 均 $P < 0.05$); 角膜帽厚度、残余基质床厚度均与 ΔIOP_{NCT} 呈负相关 ($r = -0.8326$, -0.3351 , 均 $P < 0.0001$)。将上述相关因素引入多因素线性回归模型, 回归模型决定系数 $R^2 = 0.901$, 回归模型有统计学意义 ($F = 195.704$, $P < 0.001$), 回归方程 $Y = 16.189 + 0.227X_1 + 0.032X_2 - 0.083X_3 - 0.007X_4$ (Y 表示 ΔIOP_{NCT} , X_1 表示手术光区大小, X_2 表示角膜透镜厚度, X_3 表示角膜帽厚度, X_4 表示残余基质床厚度)。

结论: 高度近视 SMILE 术后眼压变化与手术光区大小、角膜透镜厚度、角膜帽厚度及残余基质床厚度均具有相关性, 其回归方程可给临床上 SMILE 术后真实眼压评估提供一定参考。

关键词: 飞秒激光小切口角膜基质透镜取出术 (SMILE); 高度近视; 眼压; 手术参数; 相关性

DOI: 10.3980/j.issn.1672-5123.2022.8.33

Correlation of intraocular pressure changes and the surgical parameters after SMILE for high myopia

Na-Na Zhang, Xin-Zhi Song, Yong Jin, Li-Yuan Yang, Mei-Ling Qian, Jun Yang

Foundation items: Natural Science Foundation of Gansu Provincial

Project (No. 17JR5RA039); Scientific Research Foundation of Gansu Provincial Hospital (No. 18GSSY5-34)

Department of Optometric Center, Gansu Provincial Hospital, Lanzhou 730000, Gansu Province, China

Correspondence to: Jun Yang, Department of Optometric Center, Gansu Provincial Hospital, Lanzhou 730000, Gansu Province, China. 13519612003@163.com

Received: 2021-05-14 Accepted: 2022-07-13

Abstract

• **AIM:** To analyze the correlation of changes in non-contact intraocular pressure (IOP_{NCT}) and the surgical parameters after femtosecond laser small incision lenticule extraction (SMILE) for high myopia.

• **METHODS:** A retrospective analysis, the clinical data of 98 patients (196 eyes) with high myopia were operated SMILE in the optometric center of Gansu Provincial Hospital from January 2018 to July 2019 were analyzed. The change of IOP_{NCT} before and after operation was observed, and recorded the optical zone (OZ), lenticule thickness (LT), cap thickness (CT) and residual stromal thickness (RST) and the correlation with the change value of IOP_{NCT} (ΔIOP_{NCT} , $\Delta IOP_{NCT} = IOP_{preoperative} - IOP_{postoperative at 6mo}$).

• **RESULTS:** After operation at 1d, 1wk, 1, 3 and 6mo, the group of patients with IOP_{NCT} (10.84 ± 2.14 , 11.00 ± 2.19 , 10.65 ± 2.43 , 10.45 ± 2.04 , 10.61 ± 1.39 mmHg) and the preoperative (16.79 ± 1.65 mmHg) comparison have a difference ($P < 0.001$). The optical zone and lenticule thickness were positively correlated with ΔIOP_{NCT} respectively ($r = 0.1537$, 0.8161 , all $P < 0.05$). The cap thickness and residual stromal thickness were negatively correlated with ΔIOP_{NCT} respectively ($r = -0.8362$, -0.3351 , all $P < 0.0001$). Introduce the above related factors into a multiple linear regression analysis model. The regression coefficients of variables are statistical significant. The regression equation was $Y = 16.189 + 0.227X_1 + 0.032X_2 - 0.083X_3 - 0.007X_4$ ($Y = \Delta IOP_{NCT}$, $X_1 = OZ$, $X_2 = LT$, $X_3 = CT$, $X_4 = RST$). The equation was statistically significant ($F = 195.704$, $P < 0.001$), and the regression model coefficient of determination $R^2 = 0.901$.

• **CONCLUSION:** The intraocular pressure changes after SMILE with high myopic were correlated with optical zone, lenticule thickness, cap thickness and residual stromal thickness. The regression equation would provide reference to evaluation the real intraocular pressure after SMILE in clinic.

• **KEYWORDS:** femtosecond laser small incision lenticule extraction (SMILE); high myopia; intraocular pressure; the surgical parameters; correlation

Citation: Zhang NN, Song XZ, Jin Y, et al. Correlation of intraocular pressure changes and the surgical parameters after SMILE for high myopia. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2022; 22(8): 1407-1410

0 引言

飞秒激光小切口角膜基质透镜取出术 (small incision lenticule extraction, SMILE) 现已被越来越多的近视患者所接受,但 SMILE 术后真实眼压的准确测量一直是屈光手术医生关注的问题。SMILE 术后使用的糖皮质激素类滴眼液在减缓角膜炎症反应的同时也会引起眼压波动,甚至会引起类固醇性高血压及类固醇性青光眼,而高度近视与类固醇性青光眼及原发性开角型青光眼又互成高危因素^[1-2]。所以,对高度近视患者 SMILE 术后眼压变化进行研究可减少对类固醇性高血压及类固醇性青光眼的漏诊。以往关于 SMILE 术后眼压变化的研究多为角膜曲率及角膜厚度等参数的影响^[3-4]。相关研究表明 SMILE 术后眼压较术前降低,且其变化与角膜曲率变平和角膜厚度变薄密切相关^[5],而实质上角膜曲率及角膜厚度的改变是由于 SMILE 术中角膜透镜取出所致,从而使得角膜抗张力下降,非接触眼压的测量值改变。本研究主要对 SMILE 术后非接触眼压 (non-contact intraocular pressure, IOP_{NCT}) 的变化与手术光区大小 (optical zone, OZ)、角膜透镜厚度 (lenticule thickness, LT)、角膜帽厚度 (cap thickness, CT) 及残余基质床厚度 (residual stromal thickness, RST) 的相关性进行研究。

1 对象和方法

1.1 对象 收集 2018-01/2019-07 在甘肃省人民医院眼视光学中心行 SMILE 手术的高度近视患者 98 例 196 眼的临床资料进行回顾性研究,其中男 54 例 108 眼,女 44 例 88 眼;年龄 18~35 (平均 24.41±6.22) 岁;术前球镜度数 -6.00~-10.00 (平均 -6.92±0.95) D,柱镜度数 -0.25~-3.25 (平均 -1.96±0.68) D,等效球镜度数 (spherical equivalent, SE) -6.25~-10.00 (平均 -7.31±1.04) D,非接触眼压 12.00~21.00 (平均 16.79±1.65) mmHg,角膜中央厚度 (corneal central thickness, CCT) 512~618 (平均 531.19±19.06) μm。本研究获得甘肃省人民医院伦理委员会批准。研究对象均知情同意并签署手术知情同意书。

1.1.1 纳入标准 (1) 有手术愿望且年龄大于 18 周岁者; (2) 屈光度为 -6.00~-10.00D; (3) 连续 2a 每年屈光度递增 ≤-0.50D; (4) 角膜形态正常,无圆锥角膜倾向; (5) 停戴硬性角膜接触镜至少 4wk,停戴软性角膜接触镜至少 2wk; (6) 经术前检查无明显手术禁忌证者。

1.1.2 排除标准 (1) 有或可疑圆锥角膜、其它角膜扩张性疾病及角膜变性、近期反复发作的病毒性角膜炎等; (2) 重度干眼、干燥综合征者; (3) 术前眼压 >21mmHg 者; (4) 有眼部活动性炎症及未控制的青光眼、眼底病变者; (5) 有结缔组织疾病或自身免疫系统疾病者; (6) 术后因眼压波动调整用药者。

1.2 方法

1.2.1 术前检查 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)、客观验光、主观验光、非接触眼压、角膜形态及角膜厚度、眼干综合分析、裂隙灯检查、散瞳眼底检查、眼轴长度测量等。应用国际标准视力表检查 UCVA 并换算为最小分辨角对数 (LogMAR) 视力。应用非接触式眼压计 NT-510 在自然光线下,患者取坐位,头位固定,放松状态下每眼测量 3 次,要求 3 次之间的差异不超过 3mmHg,取平均值,每次测量均由同一技师完成。应用 Pentacam 眼前节分析仪测量角膜厚度和角膜形态,在暗环

境下,患者取坐位,头位固定,放松状态下测量,要求每次测量质量良好,读取数据。应用全自动曲率验光仪 ARK-1 进行客观验光,要求 3 次测量球镜和柱镜差值均小于 0.25D,取平均值。术前验光需使用综合验光仪完成主观验光和双眼平衡测试,确定最终手术预矫屈光度。

1.2.2 手术方法 手术采用全飞秒屈光手术系统 VisuMax 3.0,频率为 500kHz,能量为 115~130nJ,角膜帽厚度为 100~120μm,透镜直径为 6.3~6.7mm,帽直径比透镜直径大 1.0mm,周切口长度 3.0mm,残余基质床厚度 ≥280μm。所有手术均由同一主任医师顺利完成。术后第 1d 起所有患者局部滴用 0.1% 氟米龙滴眼液及玻璃酸钠滴眼液,每日 4 次,每周递减 1 次,直至停药,同时给予左氧氟沙星滴眼液 3d,每日 4 次。

1.2.3 观察指标 观察术前,术后 1d,1wk,1,3,6mo UCVA (LogMAR)、非接触眼压、屈光度及角膜中央厚度,并记录术中手术光区大小、角膜透镜厚度、角膜帽厚度及残余基质床厚度。

统计学分析:采用 SPSS 20.0 进行统计学分析。采用 Shzpiro-Wilk 方法对所有数据进行正态性检验,符合正态分布的计量资料用 $\bar{x} \pm s$ 表示,手术前后 UCVA、非接触眼压、屈光度、角膜中央厚度比较采用重复测量数据方差分析,采用 LSD-*t* 检验进一步分析时间差异。采用 Pearson 相关分析法分析手术前后眼压变化值 (ΔIOP_{NCT} , $\Delta IOP_{NCT} = IOP_{术前} - IOP_{术后 6mo}$) 与手术光区大小、角膜透镜厚度、角膜帽厚度及残余基质床厚度的相关性,进一步对 ΔIOP_{NCT} 与相关影响因素进行多因素线性回归分析。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 手术前后各观察指标比较 手术前后本组患者 UCVA、IOP_{NCT}、SE、CCT 差异均有统计学意义 ($P < 0.001$, 表 1)。术前 IOP_{NCT} 与术后 1d,1wk,1,3,6mo IOP_{NCT} 差异均有统计学意义 ($t = 47.299, P < 0.0001; t = 47.716, P < 0.0001; t = 47.194, P < 0.0001; t = 48.278, P < 0.0001; t = 47.847, P < 0.0001$),但术后 1d,1wk,1,3,6mo IOP_{NCT} 两两比较差异无统计学意义 (均 $P > 0.05$)。

2.2 手术前后 ΔIOP_{NCT} 与术中参数的相关性分析 本组患者手术光区大小为 6.52 ± 0.13 mm、角膜透镜厚度为 120.07 ± 14.18 μm、角膜帽厚度为 112.45 ± 7.46 μm、残余基质床厚度为 293.58 ± 12.26 μm。Pearson 相关性分析结果显示,手术光区大小、角膜透镜厚度均与 ΔIOP_{NCT} 呈正相关 ($r = 0.1537, P = 0.0363; r = 0.8161, P < 0.0001$);角膜帽厚度、残余基质床厚度均与 ΔIOP_{NCT} 呈负相关 ($r = -0.8326, P < 0.0001; r = -0.3351, P < 0.0001$),见图 1。

2.3 手术前后 ΔIOP_{NCT} 与各影响因素的多因素线性回归分析 采用进入法将手术光区大小、角膜透镜厚度、角膜帽厚度、残余基质床厚度引入多因素线性回归模型,最终拟合结果显示,回归模型决定系数 $R^2 = 0.901$,回归模型有统计学意义 ($F = 195.704, P < 0.001$),回归方程为 $Y = 16.189 + 0.227X_1 + 0.032X_2 - 0.083X_3 - 0.007X_4$ (Y 表示 ΔIOP_{NCT} , X_1 表示手术光区大小, X_2 表示角膜透镜厚度, X_3 表示角膜帽厚度, X_4 表示残余基质床厚度)。

3 讨论

SMILE 手术通过飞秒激光制作角膜基质透镜及微切口,并通过微切口取出角膜透镜,使角膜厚度变薄、曲率变

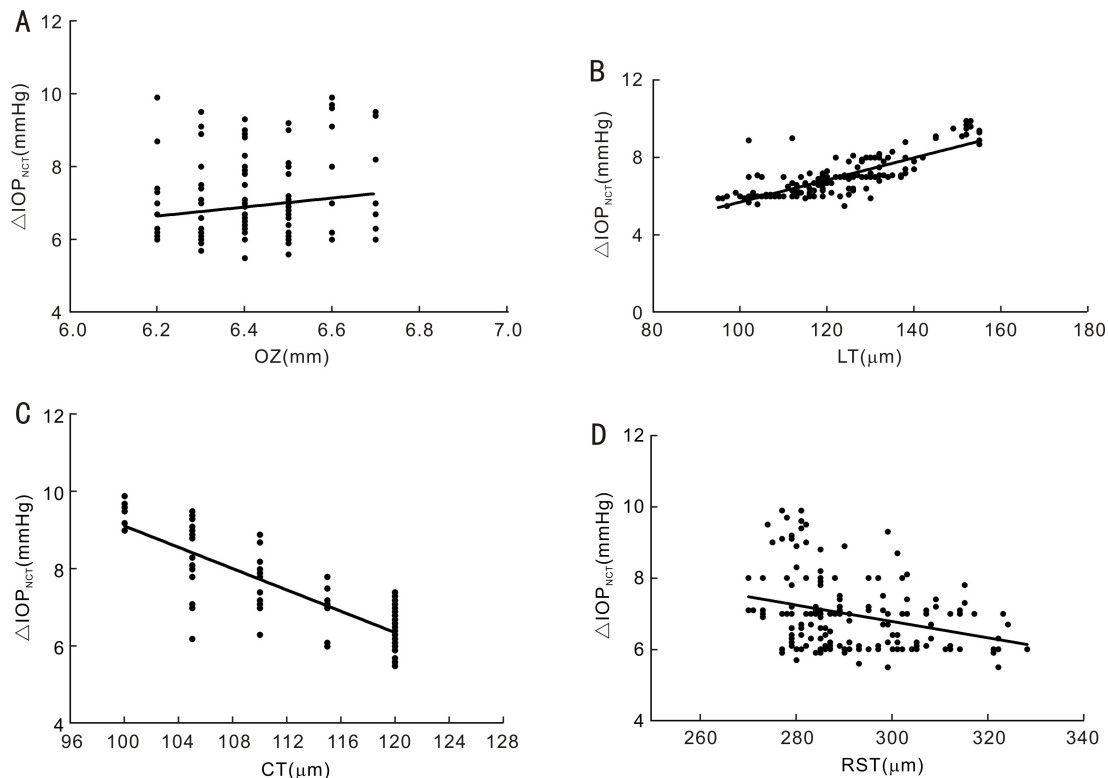


图1 手术前后 ΔIOP_{NCT} 相关因素分析 A:手术光区大小(OZ)与 ΔIOP_{NCT} 的相关性;B:角膜透镜厚度(LT)与 ΔIOP_{NCT} 的相关性;C:角膜帽厚度(CT)与 ΔIOP_{NCT} 的相关性;D:残余基质床厚度(RST)与 ΔIOP_{NCT} 的相关性。

表1 手术前后各观察指标比较

观察指标	术前	术后 1d	术后 1wk	术后 1mo	术后 3mo	术后 6mo	F	P
UCVA(LogMAR)	1.14±0.40	-0.03±0.08	-0.04±0.08	-0.04±0.07	-0.04±0.06	-0.04±0.06	29.560	<0.001
IOP_{NCT} (mmHg)	16.79±1.65	10.84±2.14	11.00±2.19	10.65±2.43	10.45±2.04	10.61±1.39	62.462	<0.001
SE(D)	-7.31±1.04	0.07±0.21	0.11±0.10	0.19±0.21	0.12±0.17	0.21±0.03	50.117	<0.001
CCT(μ m)	531.19±19.06	414.16±17.71	411.81±18.44	410.66±19.83	409.86±16.76	410.18±19.93	49.512	<0.001

平,从而造成角膜生物力学发生改变,以上参数的变化会影响 SMILE 术后眼压变化^[3-4]。 IOP_{NCT} 是利用气体脉冲力将角膜中央部一定范围内恒定面积压平的原理测量眼压,SMILE 手术角膜透镜的取出使得眼压测量时角膜更容易压平,弹性回缩力降低,从而造成术后眼压测量值较术前真实眼压降低^[4]。

本研究通过对高度近视 SMILE 术后连续随访 6mo IOP_{NCT} 进行分析,结果提示 SMILE 术后 1d,1wk,1、3、6mo IOP_{NCT} 差异无统计学意义($P>0.05$)。有学者认为 SMILE 术后 3mo 生物力学即可恢复至术前水平^[6-7],Cai 等^[8]关于 SMILE 与 FS-LASIK 的一项 Meta 分析表明,SMILE 术后 1、3mo 角膜生物力学特性差异无统计学意义。因此,本研究中 ΔIOP_{NCT} 选用术前 IOP_{NCT} 与术后 6mo IOP_{NCT} 的差值进行分析。Pearson 相关分析显示,角膜透镜厚度与 SMILE 术后眼压变化值呈正相关($r=0.8161, P<0.0001$),这与 Shen 等^[9] 相关研究中观点一致,即切削角膜越多,角膜生物力学稳定性降低越多,则术后眼压测量值变化更明显。角膜整体抗张力主要来自前弹力层和基质层,前弹力层的胶原纤维以无规则的方式排列,基质层同向胶原纤维平行排列形成板层状基质,前部 1/3 基质胶原交织分布,而后 2/3 基质胶原与角膜表面平行排列,前部基质比后部基质承受更大的角膜生物力学作用^[10-11]。SMILE 术中角

膜透镜和周切口的制作切断了前弹力层和前基质层的胶原纤维,导致角膜抗张力降低,角膜受力时更容易变形,从而影响角膜屈光术后眼压的准确测量^[12]。本研究结果显示,残余基质床厚度与 SMILE 术后眼压的变化值呈负相关($r=-0.3351, P<0.0001$),即残余基质床厚度越厚,SMILE 术后眼压测量值变化越小,这表明 SMILE 手术保留的角膜前基质层更有利于维持术后角膜生物力学的稳定,且残余基质床厚度对维持角膜生物力学稳定性也非常重要^[13],Rævdal 等^[14] 研究也证实了这一观点。危平辉等^[15] 研究表明 SMILE 术后 1wk,1、3mo 时,手术光区较小者角膜生物力学特性参数角膜滞后量(corneal hysteresis, CH)和角膜阻力因子(corneal resistance factor, CRF)均比手术光区较大者好,认为这主要与角膜胶原纤维的排列及测量角膜生物力学时的受力面积大小相关,且该研究发现相同屈光度时,手术光区越小,切削角膜基质层厚度越少,对角膜生物力学影响较小。这与本研究的结果一致,本研究发现手术光区大小与 SMILE 术后眼压的变化值呈正相关($r=0.1537, P=0.0363$),即 SMILE 手术光区越大,一定范围内角膜抗压能力越均衡,且切削角膜基质层厚度越多,对术后角膜生物力学影响越大,从而影响术后眼压测量值。同时角膜帽的厚度与眼压测量时的抗压与反弹亦相关^[16-17],因此 SMILE 术后 IOP_{NCT} 的变化与各手术参数均相关。除此,这与术后角膜生物力学的重新分布和角膜

胶原纤维的重塑相关,由于本研究选用的是术后6mo的IOP_{NCT}差值进行分析,角膜胶原纤维重塑和力学重新分布或许已经恢复至术前水平。

有研究表明增加SMILE手术时角膜帽厚度有利于术后角膜生物力学特性稳定^[18],这与本研究结果一致,即角膜帽厚度与SMILE术后眼压的变化值呈负相关($r = -0.8362, P < 0.0001$),即SMILE手术中角膜帽越厚,保留的前基质层越多,术后角膜生物力学稳定性更好,对角膜的弹性及抗压能力影响则会更小,所以在IOP_{NCT}测量过程中气体脉冲力作用于角膜时,其测量值降低不明显,这一观点在Liu等^[19]关于SMILE术中角膜帽厚度与术后视觉质量及角膜生物力学变化的研究中也得到证实。此外,角膜帽厚度与SMILE术后眼压的变化值呈负相关可能还与角膜的药理学特性相关。本研究中术后使用的糖皮质激素是0.1%氟米龙,角膜是脂质-水-脂质的夹心层,0.1%氟米龙作为一种合成的氧化皮质类固醇^[20],由于角膜基质层对脂溶性药物的通过有一定阻碍,故SMILE手术角膜帽越厚,保留的前基质层越多,0.1%氟米龙渗透进入眼内的量和浓度可能越少,而且其半衰期短,药物在眼内停留时间较短,分析认为这或许也是角膜帽厚度与SMILE术后眼压的变化值呈负相关的原因之一。但Wu等^[21]前瞻性临床试验结果表明,在术前角膜中央厚度和屈光度无显著差异的情况下,110 μm 和140 μm 角膜帽SMILE术后角膜生物力学特性差异无统计学意义,即SMILE术后角膜生物力学特性和角膜帽的相对厚度无明显相关性,这一观点在刘晶等^[22]对SMILE术后角膜生物特性改变与切削厚度的关系研究中也提及到,认为角膜帽或许并未引起SMILE术后角膜生物力学特性的明显改变,但角膜帽在术后仍可发挥一定的生物力学作用^[23]。所以对于SMILE手术中角膜帽厚度对角膜生物力学及术后眼压的影响仍有待进一步探究。

综上所述,本研究结果表明SMILE术后眼压的变化值与手术光区大小、角膜透镜厚度、角膜帽厚度及残余基质床厚度等因素相关,并通过多因素线性回归模型分析得到回归方程,这对临床上准确评估SMILE术后真实眼压有一定的指导意义,可参考并避免对SMILE术后高眼压甚至青光眼患者的漏诊。但由于SMILE手术过程中飞秒激光系统的校准、术后中央角膜上皮增生、角膜创伤基质愈合的炎症反应和基质水肿等因素影响^[24],SMILE手术时预设计的角膜帽厚度、角膜透镜厚度及残余基质床厚度和术后实际厚度可能存在一定偏差,且术后眼压变化或许还与个体的角膜胶原纤维密度、角膜胶原纤维成分及排列等密切相关,因此还需要进一步研究证实。

参考文献

- Jonas JB, Wang YX, Dong L, et al. High Myopia and Glaucoma-like optic neuropathy. *Asia Pac J Ophthalmol (Phila)* 2020; 9(3): 234-238
- 郑磊, 张建华, 高鹏, 等. 准分子激光屈光性角膜手术后激素性高眼压药物干预后的眼压观察. *眼科新进展* 2008; 28(8): 620-622
- Abd El-Fattah EA, El Dorghamy AA, Ghoneim AM, et al. Comparison of corneal biomechanical changes after LASIK and F-SMILE with CorVis ST. *Eur J Ophthalmol* 2021; 31(4): 1762-1770
- Cao KW, Liu LN, Yu T, et al. Changes in corneal biomechanics during small-incision lenticule extraction (SMILE) and femtosecond-assisted laser *in situ* keratomileusis (FS-LASIK). *Lasers Med Sci* 2020; 35(3): 599-609
- Dou R, Wang Y, Xu LL, et al. Comparison of corneal biomechanical

- characteristics after surface ablation refractive surgery and novel lamellar refractive surgery. *Cornea* 2015; 34(11): 1441-1446
- He M, Huang WY, Zhong XW. Central corneal sensitivity after small incision lenticule extraction versus femtosecond laser-assisted LASIK for myopia: a meta-analysis of comparative studies. *BMC Ophthalmol* 2015; 15: 141
- Liu ML, Zhang T, Zhou YG, et al. Corneal regeneration after femtosecond laser small-incision lenticule extraction: a prospective study. *Graefes Arch Exp Ophthalmol* 2015; 253(7): 1035-1042
- Cai WT, Liu QY, Ren CD, et al. Dry eye and corneal sensitivity after small incision lenticule extraction and femtosecond laser-assisted *in situ* keratomileusis: a Meta-analysis. *Int J Ophthalmol* 2017; 10(4): 632-638
- Shen Y, Zhao J, Yao PJ, et al. Changes in corneal deformation parameters after lenticule creation and extraction during small incision lenticule extraction (SMILE) procedure. *PLoS One* 2014; 9(8): e103893
- 王雁, 赵堪兴. 飞秒激光屈光手术学. 北京: 人民卫生出版社 2014; 73-74
- Shen ZR, Shi KD, Yu YH, et al. Small incision lenticule extraction (SMILE) versus femtosecond laser-assisted *in situ* keratomileusis (FS-LASIK) for Myopia: a systematic review and Meta-analysis. *PLoS One* 2016; 11(7): e0158176
- Helmy H, Hashem O. Intraocular pressure calculation in myopic patients after laser-assisted *in situ* keratomileusis. *Clin Ophthalmol* 2020; 14: 509-516
- Shen Y, Su XJ, Liu X, et al. Changes in intraocular pressure values measured with noncontact tonometer (NCT), ocular response analyzer (ORA) and corvis scheimpflug technology tonometer (CST) in the early phase after small incision lenticule extraction (SMILE). *BMC Ophthalmol* 2016; 16(1): 205
- Rævdal P, Grauslund J, Vestergaard AH. Comparison of corneal biomechanical changes after refractive surgery by noncontact tonometry: small-incision lenticule extraction versus flap-based refractive surgery—a systematic review. *Acta Ophthalmol* 2019; 97(2): 127-136
- 危平辉, 王雁, 李华, 等. 飞秒激光小切口角膜基质透镜取出术光学区大小对角膜生物力学特性影响的研究. *中华眼科杂志* 2017; 53(3): 182-187
- Damgaard IB, Ivarsen A, Hjortdal J. Refractive correction and biomechanical strength following SMILE with a 110- or 160- μm cap thickness, evaluated *ex vivo* by inflation test. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2018; 59(5): 1836-1843
- Wu WJ, Wang Y, Zhang H, et al. One-year visual outcome of small incision lenticule extraction (SMILE) surgery in high myopic eyes: retrospective cohort study. *BMJ Open* 2016; 6(9): e010993
- Wu F, Yin HF, Yang YB. Contralateral eye comparison between 2 cap thicknesses in small incision lenticule extraction: 110 versus 130 μm . *Cornea* 2019; 38(5): 617-623
- Liu T, Yu T, Liu LN, et al. Corneal cap thickness and its effect on visual acuity and corneal biomechanics in eyes undergoing small incision lenticule extraction. *J Ophthalmol* 2018; 2018: 6040873
- 杨芬. 妥布霉素地塞米松滴眼液和氟米龙滴眼液对急性前葡萄膜炎疗效对比. *中外医疗* 2018; 37(9): 116-118
- Wu D, Liu CL, Li B, et al. Influence of cap thickness on corneal curvature and corneal biomechanics after SMILE: a prospective, contralateral eye study. *J Refract Surg* 2020; 36(2): 82-88
- 刘晶, 王雁, 邹吴翰, 等. SMILE术后角膜生物力学特性改变与切削厚度关系的研究. *中华眼科杂志* 2021; 57(2): 104-112
- Khamar P, Shetty R, Vaishnav R, et al. Biomechanics of LASIK flap and SMILE cap: a prospective, clinical study. *J Refract Surg* 2019; 35(5): 324-332
- 李金孝, 王雁, 徐路路, 等. SMILE术后角膜帽的观察研究——基于傅里叶频域光学相干断层扫描(FD-OCT). *眼科新进展* 2020; 40(2): 131-136