

三种角膜屈光手术对近视患者角膜内皮细胞的影响

张波, 庞辰久, 任胜卫, 顾宇伟, 王树林

引用: 张波, 庞辰久, 任胜卫, 等. 三种角膜屈光手术对近视患者角膜内皮细胞的影响. 国际眼科杂志 2019; 19(11): 1857-1860

Zhengzhou 450003, Henan Province, China. pangcj999@163.com

Received: 2019-05-06 Accepted: 2019-10-10

作者单位: (450003) 中国河南省郑州市, 河南省人民医院眼科河南省立眼科医院

作者简介: 张波, 毕业于青岛大学, 眼科学硕士, 副主任医师, 研究方向: 眼屈光手术、白内障、角膜病。

通讯作者: 庞辰久, 毕业于河南医科大学, 学士, 主任医师, 屈光手术中心主任, 研究方向: 眼屈光手术. pangcj999@163.com

收稿日期: 2019-05-06 修回日期: 2019-10-10

摘要

目的: 对比角膜板层刀制瓣的前弹力层下准分子激光角膜磨镶术(SBK)、飞秒激光制瓣的SBK术(FS-SBK)与飞秒激光小切口角膜基质透镜取出术(SMILE)对近视中央角膜内皮细胞的短期及长期影响。

方法: 我院近视 34 例 34 眼行 SBK 术; 41 例 41 眼行 FS-SBK 术; 49 例 49 眼行 SMILE 术, 术前和术后 1wk, 1a 利用 SP-1P 型非接触角膜内皮显微镜检查角膜内皮细胞, 统计分析各组中央角膜内皮细胞密度(ECD)、内皮细胞面积的变异系数(CV)和六边形内皮细胞百分比。

结果: 三组间术前、术后 1wk, 1a 裸眼视力及屈光度均无差异($P>0.05$)。术后 1wk 三组中央 ECD 均较术前减少($P<0.01$), 术后 1a 各组均较术前无差异($P>0.05$); 术前及术后各随访时间点, 三组间中央角膜内皮细胞面积 CV 及六边形内皮细胞百分比均无差异($P>0.05$); 不同组内, 术前及术后各随访时间点结果均无差异($P>0.05$)。

结论: SBK、FS-SBK 和 SMILE 手术对近视内皮细胞的安全性确切, 术后早期各组中央角膜 ECD 均轻度降低, 1a 后恢复; 术后各组中央角膜内皮细胞面积 CV 及六边形内皮细胞百分比较术前无明显改变。

关键词: 近视; 前弹力层下准分子激光角膜磨镶术; 飞秒激光制瓣 SBK; 小切口角膜基质透镜取出术; 角膜内皮细胞; 形态学

DOI: 10.3980/j.issn.1672-5123.2019.11.09

Effect of SBK, FS - SBK and SMILE on corneal endothelial cells in the treatment of myopia

Bo Zhang, Chen - Jiu Pang, Sheng - Wei Ren, Yu - Wei Gu, Shu - Lin Wang

Department of Ophthalmology, Henan Provincial People's Hospital, Henan Provincial Eye Hospital, Zhengzhou 450003, Henan Province, China

Correspondence to: Chen - Jiu Pang. Department of Ophthalmology, Henan Provincial People's Hospital, Henan Provincial Eye Hospital,

Abstract

• **AIM:** To compare the short-term and long-term effects of sub - Bowmans keratomileusis (SBK), femtosecond laser SBK (FS - SBK) and small incision lenticule extraction (SMILE) treatments on corneal endothelial cells density (ECD) in myopia.

• **METHODS:** Thirty-four myopia patients (34 eyes) were performed with SBK, and 41 patients (41 eyes) underwent FS - SBK, 49 patients (49 eyes) underwent SMILE. The corneal endothelial cells, in terms of central corneal ECD, the coefficient of variation (CV) and the percentage of hexagonal endothelial cells, were measured by non - contact corneal endothelial microscope (Topcon SP-1P) at 1wk and 1a preoperative, and postoperative, separately.

• **RESULTS:** There were no significant differences in the visual acuity and diopter among three groups at preoperative, 1wk and at 1a postoperative, separately (all $P>0.05$). The central corneal ECDs statistically decreased at 1wk postoperative in three groups, compared to preoperatively (all $P<0.01$), while the ECDs recovered at 1a postoperative. The changes of CVs and the percentage of hexagonal endothelial cells at 1wk, 1a after operation were not statistically significantly different compared with preoperative results in the three groups (all $P>0.05$). The differences of ECD, CVs, and the percentage of hexagonal endothelial cells among three groups at preoperatively and postoperatively were not statistically significant (all $P>0.05$).

• **CONCLUSION:** The SBK, FS - SBK and SMILE used to treat myopia were safe for the corneal endothelium. The central corneal ECDs decreased slightly at early period after operation, and recovered 1a later in all groups. The CVs and percentages of hexagonal endothelial cells in three groups do not change at short-term and long-term postoperatively. The differences of ECD, CVs, and the percentage of hexagonal endothelial cells among three groups were not found at postoperative.

• **KEYWORDS:** myopia; SBK; FS - SBK; small incision lenticule extraction; corneal endothelial cells; morphology

Citation: Zhang B, Pang CJ, Ren SW, *et al.* Effect of SBK, FS - SBK and SMILE on corneal endothelial cells in the treatment of myopia. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2019; 19(11): 1857-1860

0 引言

角膜内皮细胞是位于角膜最内层的不可再生的单层细胞组织, 在维持角膜正常功能和透明性方面具有极重要的功能。近年来角膜屈光手术发展迅速, 各种角膜屈光手

表1 三组术前基本情况

组别	眼数	年龄(岁)	MRSE(D)	CCT(μm)	眼压(mmHg)	RST(μm)	$\bar{x}\pm s$
SBK组	34	24.14 \pm 4.35	-5.25 \pm 1.23	530.60 \pm 21.77	17.37 \pm 2.15	316.92 \pm 28.17	
FS-SBK组	41	26.01 \pm 6.22	-5.19 \pm 2.41	521.91 \pm 34.33	16.43 \pm 2.01	313.16 \pm 22.63	
SMILE组	49	24.75 \pm 4.31	-4.99 \pm 2.06	529.67 \pm 27.04	16.88 \pm 2.72	308.59 \pm 26.32	
<i>F</i>		1.179	1.780	0.936	0.311	0.901	
<i>P</i>		0.305	0.154	0.389	0.704	0.486	

术对角膜内皮细胞的影响是评价手术安全性的重要指标之一。目前临床主流的角膜屈光手术中,相比显微角膜板层刀制瓣的前弹力层下准分子激光角膜磨镶术(sub-Bowman's keratomileusis, SBK);飞秒激光制作超薄角膜瓣技术可预测性和可靠性更高^[1];而飞秒激光小切口角膜基质透镜取出术(small incision lenticule extraction, SMILE)术后角膜前表面的完整性良好,因其无瓣等特点避免了角膜瓣相关并发症^[2]。本研究利用SP-1P型非接触角膜内皮显微镜观察对比角膜板层刀制瓣的SBK(以下简称SBK)、飞秒激光制瓣的SBK(FS-SBK)及SMILE手术三种术式对中央角膜内皮细胞短期及长期的影响,现报道如下。

1 对象和方法

1.1 对象

选择2016-07/2017-02于我院行角膜屈光手术且能完成术后长期随访的近视者,术前常规检查排除准分子/飞秒激光手术禁忌证如:活动期眼前节疾病、近期眼部的外伤和手术、眼压高于21mmHg、自体免疫性及系统结缔组织疾病、角膜地形图表现可疑圆锥角膜等,所有受术者均被告知手术过程及相关并发症并签署手术同意书,术前告知研究方法及目的,自愿配合检查,均取右眼进行观察。34例34眼行SBK术,男15例15眼,女19例19眼,年龄18~34岁,术前等效球镜度(manifest refraction spherical equivalent, MRSE)-2.65~-8.75D;41例41眼行FS-SBK术,男21例21眼,女20例20眼,年龄18~40岁,MRSE:-2.50~-9.25D;49例49眼行SMILE术,男26例26眼,女23例23眼,年龄18~41岁,MRSE:-1.50~-8.50D;所有受术者的预计剩余角膜厚度(residual stromal thickness, RST)均超过270 μm 。三组患者术前年龄、MRSE、中央角膜厚度(central corneal thickness, CCT)、眼压及RST差异均无统计学意义($P>0.05$,表1)。本研究通过医院伦理委员会审核。

1.2 方法

1.2.1 手术方法

术前2d常规应用3g/L左氧氟沙星滴眼液,所有手术过程由同一位经验丰富医师在表面麻醉下(4g/L盐酸奥布卡因滴眼液)按照国际标准操作完成。术后均应用3g/L左氧氟沙星滴眼液,每天4次,共4wk;1g/L氟米龙滴眼液,用药频率从每天4次起每周递减1次,共4wk;1g/L玻璃酸钠滴眼液,每天4次,共4wk。

1.2.2 SBK手术组

采用MEL-80准分子激光仪,使用SBK自动微型角膜刀,一次性OUP刀头在角膜中央作蒂位于鼻侧的角膜瓣(直径8.5mm、厚度90 μm),先右眼后左眼,翻转角膜瓣,启动准分子激光按术前预设治疗屈光度切削角膜基质,切削直径5.8~6.2(6.14 \pm 0.40)mm,完成后复位角膜瓣,瓣下平衡盐液冲洗,准确对位。

1.2.3 FS-SBK手术组

采用VisuMax飞秒激光仪,频率500kHz,设定角膜瓣厚度110 μm ,瓣直径7.9~8.5mm,蒂位于上方,宽度4mm,余同SBK手术。

1.2.4 SMILE手术组

采用VisuMax飞秒激光仪,频率500kHz,设定角膜帽厚度120 μm ,直径7.5~7.7(7.52 \pm 0.12)mm,微透镜直径6.0~6.7(6.29 \pm 0.36)mm,透镜边缘角度90°,切口位置140°,宽度2.0mm,飞秒激光切削采用专家模式,S号一次性无菌曲面锥镜,完成飞秒激光切削后,仔细分离将基质透镜从切口中取出,平衡盐液冲洗角膜基质层间。

1.2.5 观察内容

1.2.5.1 手术效果观察

术后1wk~1a进行随访检查裸眼视力、非接触式眼压计测眼压、前节OCT(visante)测量中央角膜厚度、裂隙灯显微镜检查眼前节、电脑验光及角膜地形图检测(ATALAS)。

1.2.5.2 角膜内皮检查

采用SP-1P型非接触角膜内皮显微镜,检测术前、术后1wk,1a中央角膜内皮细胞密度(endothelial cell density, ECD)、内皮细胞面积的变异系数(coefficient of variation, CV)、六边形内皮细胞百分比,检测采用全自动模式,为保证检测结果的可靠性,每眼连续测量3次,选取成像最清晰且显示角膜内皮细胞 ≥ 100 个的结果进行自动分析。所有角膜内皮显微镜检查由同一位熟练技术人员完成。术后的ECD采用下列公式计算^[3-4]: $ECD_t = [1 + (t_2 \times k_2 / n_c)] / [1 + (t_1 \times k_1 / n_c)] \times ECD_m$ (ECD_t :术后实际ECD, ECD_m :术后ECD测量值, t_1 :术前中央角膜厚度, t_2 :术后中央角膜厚度, k_1 :术前角膜前表面曲率, k_2 :术后角膜前表面曲率, n_c :角膜屈光指数1.376)。

统计学分析:采用统计学软件SPSS22.0对数据进行统计分析。连续变量以 $\bar{x}\pm s$ 表示,视力以LogMAR表示,采用K-S检验数据是否服从正态分布;各组术前、术后的内皮参数变化使用重复测量数据的方差分析,进一步的两两比较采用LSD-*t*检验,以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 手术后各组视力及屈光度对比

所有患者手术顺利,术中及术后均无危害视力的并发症发生。术后1wk,SBK组、FS-SBK组及SMILE组裸眼视力分别为-0.034 \pm 0.072、-0.026 \pm 0.066、-0.045 \pm 0.070,差异无统计学意义($F=1.089$, $P=0.340$);术后1a,三组裸眼视力分别为-0.040 \pm 0.056、-0.021 \pm 0.057、-0.054 \pm 0.043,差异无统计学意义($F=2.003$, $P=0.181$)。术后1wk,三组MRSE分别为-0.17 \pm 0.39、-0.13 \pm 0.25、-0.10 \pm 0.58D,差异无统计学意义($F=1.037$, $P=0.346$);术后1a,三组MRSE分别为-0.26 \pm 0.63、-0.21 \pm 0.57、-0.32 \pm 0.49D,差异无统计学意义($F=1.903$, $P=0.177$)。

2.2 角膜内皮细胞检测结果

2.2.1 手术前后中央角膜ECD对比

术后1wk三组中央角膜ECD分别对比术前及术后1a结果,差异均有显著统

表 2 三组角膜屈光手术前后中央角膜 ECD 比较

 $(\bar{x} \pm s, \text{个}/\text{mm}^2)$

组别	眼数	术前	术后 1wk	术后 1a
SBK 组	34	3012.32±274.08	2850.35±319.99	3005.47±346.78
FS-SBK 组	41	2969.55±325.61	2795.48±393.39	2953.72±392.41
SMILE 组	49	2990.32±227.46	2829.63±208.00	2930.66±243.81
<i>F</i>		$F_{\text{时间}} = 922.305$	$F_{\text{组间}} = 1.356$	$F_{\text{时间} \times \text{组间}} = 5.532$
<i>P</i>		$P_{\text{时间}} < 0.01$	$P_{\text{组间}} = 0.160$	$P_{\text{时间} \times \text{组间}} = 0.001$

表 3 三组角膜屈光手术前后中央角膜内皮细胞面积的 CV 比较

 $(\bar{x} \pm s, \%)$

组别	眼数	术前	术后 1wk	术后 1a
SBK 组	34	29.23±2.34	28.00±3.73	30.54±5.19
FS-SBK 组	41	30.81±3.98	28.77±4.71	29.13±3.53
SMILE 组	49	30.62±3.94	29.59±4.06	29.16±5.72
<i>F</i>		$F_{\text{时间}} = 0.662$	$F_{\text{组间}} = 0.820$	$F_{\text{时间} \times \text{组间}} = 3.171$
<i>P</i>		$P_{\text{时间}} = 0.494$	$P_{\text{组间}} = 0.444$	$P_{\text{时间} \times \text{组间}} = 0.021$

表 4 角膜屈光手术前后中央角膜六边形内皮细胞百分比

 $(\bar{x} \pm s, \%)$

组别	眼数	术前	术后 1wk	术后 1a
SBK 组	34	61.00±7.85	61.85±10.37	57.92±11.28
FS-SBK 组	41	58.58±10.57	57.10±8.21	55.32±7.44
SMILE 组	49	59.38±7.02	58.32±9.09	57.38±10.56
<i>F</i>		$F_{\text{时间}} = 2.971$	$F_{\text{组间}} = 0.793$	$F_{\text{时间} \times \text{组间}} = 0.479$
<i>P</i>		$P_{\text{时间}} = 0.054$	$P_{\text{组间}} = 0.456$	$P_{\text{时间} \times \text{组间}} = 0.751$

计学意义($P < 0.01$); 术后 1a 三组中央角膜 ECD 对比术前结果差异无统计学意义($P_{\text{SBK}} = 0.612$ 、 $P_{\text{FS-SBK}} = 0.270$ 、 $P_{\text{SMILE}} = 0.094$); 术前、术后 1wk, 1a 三组间中央角膜 ECD 分别对比差异均无统计学意义($P > 0.05$), 见表 2。

2.2.2 手术前后中央角膜内皮细胞 CV 对比 术前及术后各随访时间点, 三组间中央角膜内皮细胞面积 CV 结果比较, 差异无统计学意义($P > 0.05$); 不同组内, 术前及术后各随访时间点结果比较, 差异无统计学意义($P > 0.05$), 见表 3。

2.2.3 手术前后中央角膜六边形内皮细胞百分比对比 术前及术后各随访时间点, 三组间中央角膜六边形内皮细胞百分比结果比较, 差异无统计学意义($P > 0.05$); 不同组内, 术前及术后各随访时间点结果比较, 差异无统计学意义($P > 0.05$), 见表 4。

3 讨论

角膜屈光手术经过数十年的发展, 手术的安全性不断提高, 目前角膜屈光手术的主要方式包括角膜板层刀制瓣的 SBK, 飞秒激光制瓣的 SBK 以及全飞秒 SMILE 手术。临床应用飞秒激光制瓣, 稳定性、安全性及可预测性更高^[1]; 有取代机械刀的趋势, 而 SMILE 手术因其微创、无角膜瓣等特点, 避免了角膜瓣相关的并发症^[2], 临床上应用逐渐增多。

角膜内皮细胞紧贴于角膜后弹力层, 无再生能力, 其主要作用是维持角膜透明, 使角膜保持适当的含水状态^[5], 不同角膜屈光手术对角膜内皮细胞的影响国内外均有报道, 但三种不同手术方式对内皮细胞影响的对比研究尚不多。王黎波等^[6]研究发现 LASIK 术后角膜内皮细胞密度、角膜内皮细胞平均细胞面积、变异系数及六角形细

胞百分比术前变化不明显, 但国外有研究^[7-8]显示, LASIK 术后早期会导致角膜内皮细胞的形态和数量改变。Kamiya 等^[9]曾报道飞秒激光透镜取出术 (femtosecond lenticule extraction, FLEX) 后角膜内皮细胞丢失。刘敏等^[10]观察 SBK 术后 1wk~1a, 角膜内皮细胞密度较术前无明显改变, Kingler 等^[11]对 1 眼行飞秒激光制瓣 LASIK 术, 另眼行机械刀制瓣 LASIK 术的患者进行长达 5a 的随访, 证实角膜内皮细胞密度与术前对比无明显改变; 对于 SMILE 手术, 国内外均有研究^[12-13]发现 SMILE 术对角膜内皮细胞密度未造成明显影响。

角膜屈光手术中各种操作均可能导致角膜内皮形态学变化^[14], 三种手术的主要操作过程中, SBK 手术包括一次短时间负压吸引、一次机械角膜板层刀制作角膜瓣、一次准分子激光扫描; FS-LASIK 手术则有一次短时负压吸引、一次角膜基质层间分离、一次飞秒激光扫描和一次准分子激光扫描; 而 SMILE 手术有一次相对较长时间的负压吸引, 包含基底、角膜帽、边切和切口的多步骤飞秒激光扫描以及角膜基质层间微透镜的分离和取出操作, 理论上对角膜的压力和干扰更多, 且术中需要在矫正透镜下增加一 10~15 μm 的底座以利术中分离操作, 这样对比 SBK 术或飞秒激光辅助的 LASIK 术, SMILE 术中分离的角膜基质内微透镜更加接近角膜内皮面; 且 SBK 的负压吸引高于 FS-SBK 及 SMILE, 理论上不同术式对角膜内皮的影响或有不同, 故术后关于角膜内皮细胞功能的对比评价对于了解该手术的安全性具有重要意义。评价角膜内皮细胞功能的常用参数有 ECD 和形态学指标 (CV 及六边形内皮细胞百分比)^[5], 本研究应用 SP-1P 非接触角膜内皮显微镜观察对比了三种临床主流的角膜屈光手术后中央角膜

内皮细胞不同指标的变化,SP-1P非接触角膜内皮显微镜采用全自动模式,操作简便快速,重复性良好^[15]。国外有研究发现角膜屈光手术后角膜厚度及前表面屈光力的改变影响了非接触角膜内皮显微镜检查ECD的结果^[3-4],故本研究中分析术后角膜ECD时,采用了校正公式计算真实的ECD值,保证统计分析的客观性,而术后角膜内皮细胞的CV和六边形内皮细胞百分比的计算因不依赖角膜内皮细胞大小而不需要校正。

本研究中,三组受术者术后均获得了良好的视力,所有受术者无损害视力的并发症,术后1wk,三组中央角膜ECD均有所减少,SBK组较术前减少5.38%;FS-SBK组较术前减少5.86%,SMILE组较术前减少5.37%,但不同组间差异不明显;术后1a,三组中央角膜ECD均回升,虽测量值较术前偏低,但差异无统计学意义,可能与角膜内皮细胞随年龄增长自然减少的生理变化有关,有研究发现,人角膜内皮细胞存在年龄相关的生理衰减^[16]。

角膜内皮细胞形态学指标在一定程度上反映了角膜内皮细胞的功能,常用的指标有角膜内皮细胞面积CV和六边形细胞百分比,本研究同时观察了角膜内皮细胞形态学变化。结果显示不同的角膜屈光手术术后早期(1wk)及相对长期(1a),中央角膜内皮细胞面积CV和六边形细胞百分比对比术前均无明显变化,而且,术后相同的随访时间,SBK组、FS-SBK组及SMILE组间中央角膜内皮细胞面积CV和六边形细胞百分比结果无明显差别。

本研究尚有些局限性:(1)一般来说,人的角膜内皮细胞ECD周边高于中央^[17],且矫治近视的角膜屈光手术对角膜中央切削组织最多,术中操作均以角膜中央更接近角膜内皮面,而本研究中仅检查分析了角膜中央内皮细胞,没有观察周边角膜内皮细胞,所以反映整体角膜内皮细胞的状态有局限性;(2)因受术者随访依从性不同,本研究纳入的样本量偏少,要得到更为确切的动态变化结果,仍需观察更多样本数据;(3)本研究的观察期未超过1a,对术后更长期的角膜内皮细胞变化缺乏数据支持。

综上所述,三种角膜屈光手术后早期中央角膜ECD轻度降低,1a后基本恢复至术前水平;而术后早期及相对长期中央角膜内皮细胞面积CV及六边形细胞百分比无明显影响。上述手术方式对中央角膜内皮细胞均具有较好的安全性,但对于全角膜ECD和形态学的影响还需要更大样本及更长期的观察研究。

致谢:衷心感谢本院屈光手术中心代丽娟、孟志红及范棋对本文资料的收集与整理,以及河南省人民医院杨凯丽对统计学的指导。

参考文献

1 Yu CQ, Manche EE. Comparison of 2 femtosecond lasers for flap

creation in myopic laser *in situ* keratomileusis: one-year results. *J Cataract Refract Surg* 2015;41(4):740-748

2 Guo H, Hosseini-Moghaddam SM, Hodge W. Corneal biomechanical properties after SMILE versus FLEX, LASIK, LASEK, or PRK: a systematic review and meta-analysis. *BMC Ophthalmol* 2019;19(1):167

3 Muñoz G, Albarrándiego C, Sakla HF, et al. Effects of LASIK on corneal endothelium using the 15-kHz IntraLase femtosecond laser. *J Refract Surg* 2011;27(9):672-677

4 Nawa Y, Ueda T, Masuda K, et al. Evaluation of the corneal endothelium after hyperopic laser *in situ* keratomileusis. *J Refract Surg* 2003;29(8):1543-1545

5 Woodward MA, Edelnauer HF. Corneal endothelium after refractive surgery. *J Cataract Refract Surg* 2011;37(4):767-777

6 王黎波, 牛建军. LASIK手术对近视患者角膜内皮细胞的影响. *眼科新进展* 2011;31(11):1075-1078

7 Tomita M, Waring GO, Watabe M. Analysis of corneal endothelial cell density and morphology after laser *in situ* keratomileusis using two types of femtosecond lasers. *Clin Ophthalmol* 2012;6(13):1567-1572

8 Chaudhry P, Prakash G, Agarwal A, et al. Endothelial cell loss associated with diffuse lamellar keratitis because of laser-assisted *in situ* keratomileusis. *Eye Contact Lens* 2012;38(4):263-265

9 Kamiya K, Igarashi A, Ishii R, et al. Early clinical outcomes, including efficacy and endothelial cell loss, of refractive lenticule extraction using a 500kHz femtosecond laser to correct myopia. *J Cataract Refract Surg* 2012;38(11):1996-2002

10 刘敏, 赵骏. 准分子激光手术对角膜内皮细胞影响的观察. *中华眼外伤职业眼病杂志* 2016;38(10):734-738

11 Kingler KN, McLaren JW, Bourne WM, et al. Corneal endothelial cell changes 5 years after laser *in situ* keratomileusis: femtosecond laser versus mechanical microkeratome. *J Cataract Refract Surg* 2012;38(12):2125-2130

12 Hui Z, Yan W, Shiyong X, et al. Short-term and long-term effects of small incision lenticule extraction (SMILE) on corneal endothelial cells. *J Cont Lens Anterior Eye* 2015;38(5):334-338

13 邢星, 李世洋, 赵爱红, 等. 飞秒激光小切口角膜基质透镜取出术与准分子激光原位角膜磨镶术治疗近视对角膜内皮细胞密度影响的比较. *眼科新进展* 2016;36(3):247-249

14 DelMonte DM, Kim T. Anatomy and physiology of the cornea. *J Cataract Refract Surg* 2011;37(3):588-598

15 张波, 庞辰久, 任胜卫, 等. 两种角膜内皮显微镜测量近视屈光手术前后角膜内皮细胞密度的比较. *中华眼外伤职业眼病杂志* 2018;40(7):481-484

16 Beuschel R, Hofmann T, Messerli J. Is the decrease in corneal endothelial cell density in relation to age linear? *Klin Monbl Augenheilkd* 2015;232(4):375-379

17 Lee J, Mori Y, Ogata M, et al. Central and Peripheral Corneal Endothelial Cell Analysis With Slit-Scanning Wide-Field Contact Specular Microscopy: Agreement With Noncontact Specular Microscopy. *Cornea* 2019;38(9):1137-1141