

# FS-LASIK 矫正中高度近视术后 1 年屈光回退危险因素及其预测模型构建

李仲信<sup>1</sup>, 韦伟<sup>2</sup>, 段宇辉<sup>1</sup>

引用:李仲信,韦伟,段宇辉. FS-LASIK 矫正中高度近视术后 1 年屈光回退危险因素及其预测模型构建. 国际眼科杂志, 2024,24(6):954-959.

基金项目:陕西省重点研发计划项目(No.2022SF-404)

作者单位:<sup>1</sup>(710075)中国陕西省西安市,西安高新医院眼科;

<sup>2</sup>(710002)中国陕西省西安市,西北大学附属第一医院眼科

作者简介:李仲信,女,硕士,主治医师,研究方向:眼视光、屈光手术。

通讯作者:段宇辉,男,本科,副主任医师,研究方向:眼视光、屈光手术. duan.yuhui@000516.cn

收稿日期:2024-01-23 修回日期:2024-04-26

## 摘要

**目的:**探讨飞秒激光辅助准分子激光原位角膜磨镶术(FS-LASIK)矫正中高度近视术后 1 a 屈光回退的危险因素并构建预测模型。

**方法:**回顾性分析 2017-06/2018-11 于西安高新医院行 FS-LASIK 手术矫正中高度近视患者 400 例 800 眼临床资料,将患者按照 3:1 的比例随机分为建模组( $n=300$  例)和验证组( $n=100$  例),依照患者术后 1 a 屈光回退发生情况将建模组分为回退组与未回退组两个亚组,观察其角膜曲率和角膜厚度变化情况,采用 Logistic 回归分析筛选 FS-LASIK 矫正中高度近视患者术后 1 a 屈光回退的危险因素,基于回归系数构建预测模型,采用受试者工作特征曲线(ROC)评估模型区分度。

**结果:**建模组 44 眼、验证组 15 眼于术后 1 a 发生屈光回退。建模组中未回退组术后 6、12 mo 时角膜前表面曲率低于回退组(均  $P<0.05$ );术后 1、3、6、12 mo 时回退组角膜增生程度大于未回退组(均  $P<0.05$ );FS-LASIK 矫正中高度近视患者术后 1 a 屈光回退发生概率值回归方程为: $P=1/[1+e^{-(-5.989+0.127\times\text{年龄}+2.019\times\text{术前屈光度}-0.022\times\text{术前角膜中央厚度}+0.043\times\text{切削深度}-1.569\times\text{切削光学区直径})}]$ , Hosmer-Lemeshow 检测回归方程拟合优度( $P=0.818$ ),利用建模组数据进行内部验证,ROC 曲线下面积为 0.890(95% CI 0.843-0.937),灵敏度为 81.82%,特异度为 84.71%;利用验证组数据进行外部验证,ROC 曲线下面积为 0.838(95% CI 0.717-0.959),灵敏度为 80.00%,特异度为 87.57%。

**结论:**构建的风险模型判别效度良好,可用于识别中高度近视患者行 FS-LASIK 术后 1 a 屈光回退高危人群。

**关键词:**飞秒激光辅助准分子激光原位角膜磨镶术;中高度近视;屈光回退;角膜地形图;预测模型

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2024.6.22

## Risk factors of refractive regression after 1 year femtosecond laser assisted *in situ* keratomileusis correction of moderate and high myopia and its prediction model construction

Li Zhongji<sup>1</sup>, Wei Wei<sup>2</sup>, Duan Yuhui<sup>1</sup>

**Foundation item:** Shaanxi Provincial Key R&D Program (No. 2022SF-404)

<sup>1</sup>Department of Ophthalmology, Xi'an Gaoxin Hospital, Xi'an 710075, Shaanxi Province, China; <sup>2</sup>Department of Ophthalmology, the First Affiliated Hospital of Northwest University, Xi'an 710002, Shaanxi Province, China

**Correspondence to:** Duan Yuhui. Department of Ophthalmology, Xi'an Gaoxin Hospital, Xi'an 710075, Shaanxi Province, China. duan.yuhui@000516.cn

Received:2024-01-23 Accepted:2024-04-26

## Abstract

• **AIM:** To investigate the risk factors of refractive regression after correction of moderate and high myopia by femtosecond laser assisted *in situ* keratomileusis (FS-LASIK) for 1 a, and construct prediction model.

• **METHODS:** A retrospective analysis was performed on the clinical data of 400 patients (800 eyes) with moderate and high myopia undergoing FS-LASIK correction in Xi'an Gaoxin Hospital from June 2017 to November 2018, and the patients were randomly divided into modeling group ( $n=300$ ) and verification group ( $n=100$ ) according to a ratio of 3:1. The modeling group was divided into regression group and non-regression group according to the occurrence of refractive regression at 1 a after surgery. The changes of corneal curvature and corneal thickness were observed. Logistic regression analysis was used to screen the risk factors of refractive regression in patients with moderate and high myopia at 1 a after FS-LASIK correction, and the prediction model was built based on the regression coefficient. Receiver operating curve (ROC) was used to evaluate model differentiation.

• **RESULTS:** Refractive regression occurred in 44 eyes of the modeling group and 15 eyes of the verification group at 1 a after surgery. The anterior corneal surface curvature in the modeling group was lower than that in the regression group at 6 and 12 mo after surgery (all  $P<0.05$ ). The degree of corneal hyperplasia in the regression group was greater than that in the non-regression group

at 1, 3, 6 and 12 mo after surgery (all  $P < 0.05$ ). The regression equation of the probability value of refractive regression in patients with moderate and high myopia corrected by FS-LASIK at 1 a after surgery is as follows:  $P = 1 / [1 + e^{-(-5.989 + 0.127 \times \text{age} + 2.019 \times \text{preoperative diopter} - 0.022 \times \text{preoperative central corneal thickness} + 0.043 \times \text{depth of cutting} - 1.569 \times \text{diameter of cutting optical region})}]$ , Hosmer - Lemeshow detected the goodness of fit of the regression equation ( $P = 0.818$ ). Internal verification using the modeling group data showed that the area under ROC curve was 0.890 (95%CI: 0.843-0.937), the sensitivity was 81.82%, and the specificity was 84.71%. The area under ROC curve was 0.838 (95%CI: 0.717-0.959), the sensitivity was 80.00%, and the specificity was 87.57%.

• **CONCLUSIONS:** The established risk model has good discriminating validity and can be used to identify the high-risk group of refractive regression at 1 a after FS-LASIK in patients with moderate and high myopia.

• **KEYWORDS:** femtosecond laser assisted excimer laser *in situ* keratomileusis; moderate and high myopia; refractive regression; corneal topography; prediction model

**Citation:** Li ZJ, Wei W, Duan YH. Risk factors of refractive regression after 1 year femtosecond laser assisted *in situ* keratomileusis correction of moderate and high myopia and its prediction model construction. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)*, 2024, 24(6): 954-959.

## 0 引言

《国民视觉健康报告》数据显示,我国6-15岁人群近视比例达46.64%,16-24岁人群近视比例达54.9%-79.0%<sup>[1]</sup>。飞秒激光辅助准分子激光原位角膜磨镶术(femtosecond assisted laser *in situ* keratomileusis, FS-LASIK)通过飞秒激光制作角膜瓣,准分子激光切削角膜基质,从而矫正屈光不正<sup>[2]</sup>。然而,手术过程成功并不代表最终获得良好的术后效果,FS-LASIK术后尚需要经过角膜重塑和稳定的过程,术后屈光回退仍然是临床亟待解决的重点问题<sup>[3-4]</sup>。屈光回退指术后部分甚至全部屈光矫正作用逐步丧失的过程,在一定程度上影响了手术的有效性、稳定性和预测性<sup>[5-6]</sup>。据相关数据报道,FS-LASIK术后屈光回退发生率约为5.5%-27.7%,且在超高度近视患者中发生率更高<sup>[7]</sup>。激光角膜屈光手术前可通过角膜地形图判断角膜形态并诊断不规则散光,术后可利用其评估切削质量,直观且有效地显示角膜形态和屈光状态的改变。既往有关FS-LASIK术后屈光回退危险因素的研究较多,但往往未进一步建立预测模型,故而在术后屈光度稳定的预测作用方面效果有限<sup>[8]</sup>。基于此,本研究观察中高度近视患者行FS-LASIK术后1 a屈光回退情况,分析角膜地形图的变化规律,探讨屈光回退的危险因素,构建预测模型,旨在为尽早识别屈光回退的高危因素提供参考。

## 1 对象和方法

**1.1 对象** 回顾性分析2017-06/2018-11于西安高新医院行FS-LASIK手术矫正中高度近视患者400例800眼临

床资料,其中男198例396眼,女202例404眼;年龄18-45(平均 $31.73 \pm 4.39$ )岁;术前屈光度-3.00--12.00(平均 $-7.24 \pm 1.60$ )D;中度近视:-3.00 D ≤ 等效球镜度 < -6.00 D者237眼,高度近视:-6.00 D ≤ 等效球镜度 < -9.00 D者521眼;超高度近视:等效球镜度 ≥ -9.00 D者42眼。将患者按照3:1的比例利用计算机将其随机分为建模组( $n = 300$ 例)和验证组( $n = 100$ 例)。纳入标准:(1)年龄18周岁以上;(2)术前最薄点角膜厚度 ≥ 450 μm,术后剩余角膜基质床厚度 > 300 μm;(3)按要求停戴角膜接触镜(软镜 > 1 wk、硬镜 > 3 wk、角膜塑形镜 > 12 wk);(4)屈光度数近2 a相对稳定(近视度数每年增长 ≤ 0.50 D);(5)临床资料完整。排除标准:(1)活动性眼病;(2)圆锥角膜或可疑圆锥角膜;(3)有眼病史、外伤史、眼部手术史或全身结缔组织或免疫系统性疾病史;(4)妊娠或哺乳期。本研究遵循《赫尔辛基宣言》并获得医院伦理委员会的批准,患者知情同意。

**1.2 方法** 患者平卧手术床上,滴用0.4%盐酸奥布卡因行眼部表面麻醉2次后,常规消毒铺无菌孔巾,开睑器开睑。检测压平锥镜。放置一次性负压吸引环固定眼球,形成第一负压,放置压平锥,形成第二负压。采用飞秒激光制作蒂部均位于上方的角膜瓣。角膜制瓣完成后转台至准分子激光仪,掀开角膜瓣,嘱患者注视指示灯,术者聚焦瞳孔中心后开始激光切削。准分子激光切削完毕后,角膜瓣复位,BSS液冲洗角膜层间,角膜瓣黏附固定,确认角膜瓣无偏位后取出开睑器。术毕术眼配戴透明眼罩。

于术前及术后1、3、6、12 mo测定患者屈光度水平,以术后12 mo随访时,显然验光屈光度数 < -1.00 D者为屈光未回退, ≥ -1.00 D者为屈光回退。测量患者眼轴长度,记录术中切削深度、切削光学区直径。分别于术前及术后1、3、6、12 mo在暗室环境下采用Pentacam眼前节三维成像分析系统对患者进行角膜地形图检查。受检者瞳孔自然放大,调整坐位与下颌托位置,嘱受检者眼睛睁大,注视固视圈,调节操作杆对焦后进行测量,读取角膜中央厚度、角膜平均曲率,以术后1 mo时角膜中央厚度为基础值,分析相较于前一个观察时间点患者角膜中央厚度增生情况。

统计学分析:采用SPSS 20.0软件,计数资料以 $n(\%)$ 表示,组间采用 $\chi^2$ 检验比较;符合正态分布的计量资料用 $\bar{x} \pm s$ 表示,重复测量数据采用重复测量方差分析,两两比较采用LSD- $t$ 检验。通过Logistic回归分析影响中高度近视患者FS-LASIK术后1 a屈光回退的危险因素,构建回归模型,采用受试者工作特征曲线(receiver operating characteristics, ROC)评估模型区分度,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 FS-LASIK手术前后屈光度变化** 建模组44眼、验证组15眼于术后1 a发生屈光回退。中度近视、高度近视、超高度近视患者手术前后屈光度时间、分组、交互作用有统计学意义( $F_{\text{组间}} = 1238.600$ ,  $F_{\text{时间}} = 7227.810$ ,  $F_{\text{交互}} = 616.200$ ,均 $P < 0.001$ )。FS-LASIK术后1、3、6、12 mo时屈光度较术前降低,且中度近视患者术后6、12 mo时屈光度

明显低于高度近视患者( $t=17.994, 9.754$ , 均 $P<0.05$ ), 高度近视患者明显低于超高度近视患者( $t=10.308, 8.280$ , 均 $P<0.05$ ), 见表1。

**2.2 建模组 FS-LASIK 手术前后角膜前表面曲率变化**  
 未回退组、回退组患者手术前后角膜前表面曲率时间、分组、交互作用均具有统计学意义( $F_{\text{组间}}=163.900, F_{\text{时间}}=749.850, F_{\text{交互}}=19.240$ , 均 $P<0.001$ )。FS-LASIK 术后1、3、6、12 mo 时角膜曲率较术前降低, 且未回退组术后6、12 mo 时角膜前表面曲率低于回退组, 差异有统计学意义( $t=10.489, 13.909$ , 均 $P<0.05$ ), 见表2。

**2.3 建模组 FS-LASIK 手术前后角膜中央厚度变化**  
 未回退组、回退组患者手术前后角膜中央厚度时间、分组、交互作用有统计学意义( $F_{\text{组间}}=377.900, F_{\text{时间}}=114.460, F_{\text{交互}}=14.720$ , 均 $P<0.001$ )。FS-LASIK 术后角膜中央厚

度较术前减少, 且相较于术后1 mo, 术后3、6、12 mo 时角膜均出现一定程度的增生, 且以回退组增生程度大于未回退组( $t=35.630, 21.033, 35.148$ , 均 $P<0.05$ ), 见表3、4。

**2.4 建模组术后1 a 不同屈光回退状态患者临床特征比较**  
 建模组中屈光回退组与未回退组术前、术后1 a 眼轴长度差异无统计学意义(均 $P>0.05$ ); 回退组年龄、术前屈光度、切削深度大于未回退组, 术前中央角膜厚度、切削光学区直径小于未回退组(均 $P<0.05$ ), 见表5。

**2.5 建模组术后1 a 屈光回退影响因素分析**  
 将上述有统计学差异的因素纳入多因素 Logistic 回归模型, Logistic 回归分析显示年龄较大、术前屈光度较高、术中切削深度较深是中高度近视患者行 FS-LASIK 术后1 a 发生屈光回退的危险因素, 术前角膜中央厚度较厚、切削光学区直径较大是患者术后1 a 未发生屈光回退的保护因素, 见表6。

表1 不同程度的近视患者手术前后屈光度变化

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

组别	眼数	术前	术后1 mo	术后3 mo	术后6 mo	术后12 mo
中度近视组	237	-4.91±0.56	+0.56±0.14	-0.36±0.10	-0.72±0.17	-1.19±0.27
高度近视组	521	-8.02±0.81	+0.58±0.16	-0.39±0.12	-1.01±0.22	-1.44±0.35
超高度近视组	42	-11.89±0.74	+0.60±0.17	-0.41±0.13	-1.39±0.33	-1.91±0.40

注: 中度近视组:  $-3.00 D \leq$  等效球镜度  $< -6.00 D$ ; 高度近视组: 等效球镜度  $-6.00 D \leq$  等效球镜度  $< -9.00 D$ ; 超高度近视组: 等效球镜度  $\geq -9.00 D$ 。

表2 建模组 FS-LASIK 手术前后角膜前表面曲率变化

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

组别	眼数	术前	术后1 mo	术后3 mo	术后6 mo	术后12 mo
未回退组	556	43.66±1.52	36.49±1.41	36.84±1.68	37.07±1.15	37.40±1.11
回退组	44	44.91±1.68	36.88±1.34	37.35±1.76	38.97±1.24	39.85±1.30

注: 未回退组: 显然验光屈光度数  $< -1.00 D$ ; 回退组: 显然验光屈光度数  $\geq -1.00 D$ 。

表3 建模组 FS-LASIK 手术前后角膜中央厚度变化

( $\bar{x}\pm s, \mu m$ )

组别	眼数	术前	术后1 mo	术后3 mo	术后6 mo	术后12 mo
未回退组	556	539.71±22.49	491.68±27.66	495.20±22.18	496.98±19.96	499.20±21.04
回退组	44	512.55±24.85	458.18±32.18	465.14±25.76	471.24±21.44	476.13±18.18

注: 未回退组: 显然验光屈光度数  $< -1.00 D$ ; 回退组: 显然验光屈光度数  $\geq -1.00 D$ 。

表4 建模组 FS-LASIK 术后角膜增生情况比较

( $\bar{x}\pm s, \mu m$ )

组别	眼数	术后3 mo	术后6 mo	术后12 mo
未回退组	556	3.52±0.52	3.78±0.66	2.22±0.41
回退组	44	6.96±1.34	6.10±1.13	4.89±1.05
$F_{\text{组间}}, P_{\text{组间}}$			913.000, $<0.001$	
$F_{\text{时间}}, P_{\text{时间}}$			206.750, $<0.001$	
$F_{\text{交互}}, P_{\text{交互}}$			119.400, $<0.001$	

注: 未回退组: 显然验光屈光度数  $< -1.00 D$ ; 回退组: 显然验光屈光度数  $\geq -1.00 D$ 。

表5 建模组术后1 a 不同屈光回退状态患者临床特征比较

$\bar{x}\pm s$

组别	眼数	年龄(岁)	术前屈光度(D)	术前中央角膜厚度( $\mu m$ )	术前眼轴长度(mm)	术后1 a 眼轴长度(mm)	切削深度( $\mu m$ )	切削光学区直径(mm)
回退组	44	33.95±3.96	-8.58±0.63	512.55±24.85	27.46±2.25	27.73±2.30	104.14±10.29	5.95±0.63
未回退组	556	31.46±4.21	-7.20±0.57	539.71±22.49	26.91±2.30	27.24±2.19	91.89±9.36	6.42±0.58
$\chi^2/t$		3.792	15.338	7.651	1.529	1.423	8.295	6.096
$P$		$<0.001$	$<0.001$	$<0.001$	0.127	0.155	$<0.001$	$<0.001$

注: 未回退组: 显然验光屈光度数  $< -1.00 D$ ; 回退组: 显然验光屈光度数  $\geq -1.00 D$ 。



表 6 建模组术后 1 a 屈光回退影响因素分析

观察指标	$\beta$	SE	Wald	P	Exp(B)	95% CI
年龄	0.127	0.043	8.723	0.003	1.135	1.044-1.235
术前屈光度	2.019	0.549	13.525	<0.001	7.531	2.568-17.388
术前角膜中央厚度	-0.022	0.006	13.444	<0.001	0.978	0.967-0.990
切削深度	0.043	0.016	7.223	0.007	1.044	1.031-1.146
切削光学区直径	-1.569	0.512	9.391	0.002	0.208	0.076-0.623
常量	-5.989	1.536	15.203	<0.001	0.003	0.001-0.051

**2.6 Logistic 回归方程的建立与检验** 中高度近视患者行 FS-LASIK 术后 1 a 屈光回退发生概率值回归方程为:  $P = 1/[1 + e^{-(5.989 + 0.127 \times \text{年龄} + 2.019 \times \text{术前屈光度} - 0.022 \times \text{术前角膜中央厚度} + 0.043 \times \text{切削深度} - 1.569 \times \text{切削光学区直径})}]$ , 采用 Hosmer-Lemeshow 检测回归方程拟合优度 ( $P = 0.818$ ), 见图 1。利用建模组数据进行内部验证, ROC 曲线下面积为 0.890 (95% CI 0.843 - 0.937), 灵敏度为 81.82%, 特异度为 84.71%, 据 Youden 指数最大原则取 cut-off 点 0.420; 利用验证组数据进行外部验证, 以上述 cut-off 点 0.420 为截点值, ROC 曲线下面积为 0.838 (95% CI 0.717-0.959), 灵敏度为 80.00%, 特异度为 87.57%, 见图 2、3。

**3 讨论**

FS-LASIK 手术利用飞秒激光制作角膜瓣, 准分子激光切削角膜基质以改变角膜前表面的形态, 进而达到矫正视力的目的, 因其良好的安全性和有效性, 成为目前矫正屈光不正的主流术式之一<sup>[9-10]</sup>。然而临床中仍有小部分患者在术后可能出现屈光回退的情况, 造成视力再次下降, 因此如何有效预防屈光回退是保证术后效果的关键之一<sup>[11-12]</sup>。

Cavuoto 等<sup>[13]</sup>研究对比 LASIK 术后 3 mo 回退眼和未回退眼角膜生物力学改变, 发现回退组术后角膜曲率有增高趋势, 未回退组角膜形态相对稳定。本研究也显示两组术后 1 a 角膜曲率均相较于手术后早期有所增高, 且未回退组术后 6、12 mo 时角膜前表面曲率低于回退组, 与上述研究结果一致。FS-LASIK 通过使角膜前表面变平来达到矫正近视的目的, 术后角膜曲率增高越多, 则屈光回退程度越严重<sup>[14]</sup>。龙克利等<sup>[15]</sup>研究认为, FS-LASIK 术后角膜上皮代偿性增生是屈光回退重要因素之一。本研究观察患者手术前后角膜厚度改变情况, 结果显示回退组术前角膜厚度明显薄于未回退组, 且术后角膜厚度相较于未回退组更薄, 随着时间推移, 角膜增生幅度大于未回退组。术前角膜厚度薄, 术中切削改变量大, 造成角膜生物力学改变越明显, 从而更易引发屈光回退<sup>[16-17]</sup>。FS-LASIK 手术切削角膜基质层造成细胞凋亡而激发角膜基质重构, 原本规则排列的胶原纤维间隔增宽且排列疏松, 胶原纤维板层增生、水肿使得角膜厚度增加, 进而导致角膜屈光状态改变<sup>[18-19]</sup>。

明确中高度近视患者 FS-LASIK 术后屈光回退危险因素是预防屈光回退的关键环节之一。本研究中, 年龄是影响患者术后屈光回退的因素之一, 随着年龄的增长, 角膜基质层厚度变薄, 韧性下降, 角膜修复速度变慢, 术后角膜被眼内压力向前顶压, 原本变平坦的角膜弧度又重新变

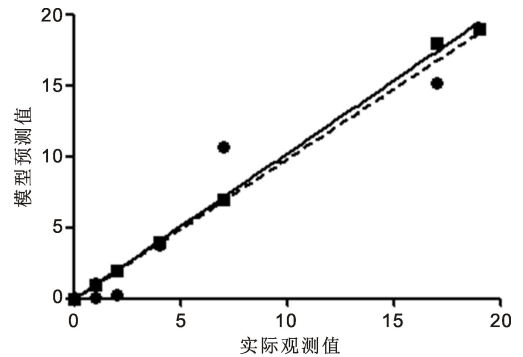


图 1 Hosmer-Lemeshow 拟合优度检验评价模型校准能力。

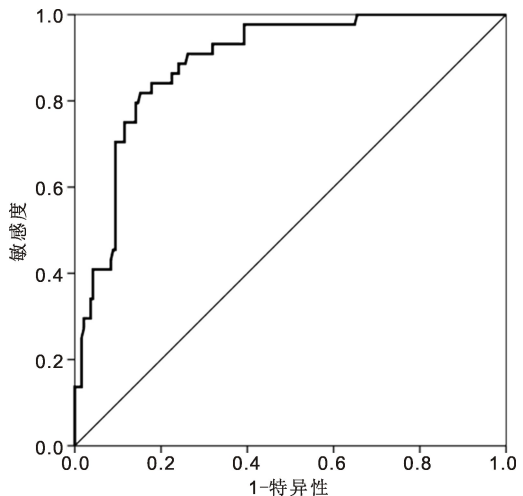


图 2 建模组采用 ROC 曲线评价风险评分系统。

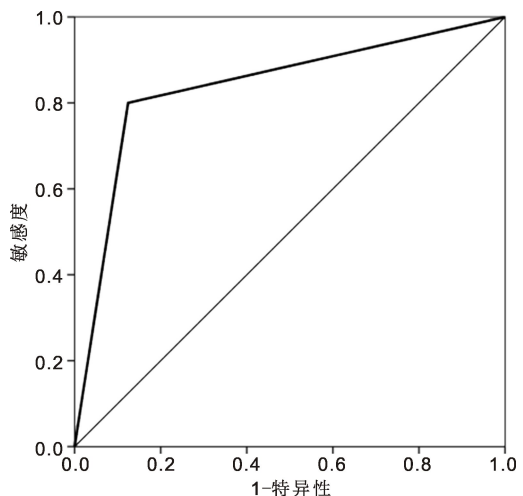


图 3 验证组采用 ROC 曲线评价风险评分系统。

陡峭, 从而引发屈光回退<sup>[20-21]</sup>。国内外众多学者一致认为, 术前屈光度大小对屈光回退有一定影响, 术前近视度数越高, 越易导致屈光回退<sup>[22-23]</sup>。Mohammadi 等<sup>[24]</sup>研究

发现,超高度近视患者行激光角膜屈光手术后回退率明显高于高度近视患者,回退率分别为36.5%和10.8%。本研究 Logistic 回归分析结果也显示随着近视程度增加,屈光回退危险性随之升高。近视度数越高,术中角膜切削较深,术后角膜修复机制被过度激活,使得创面修复旺盛,角膜组织增生变厚从而导致回退。另外,角膜基质切削过深可造成角膜张力削减,强度变弱,相同眼压作用下角膜形态向前膨隆,改变角膜曲率,进而影响角膜屈光状态<sup>[25-26]</sup>。FS-LASIK 术后角膜基质床需保留安全厚度,因此术前角膜厚度需达到一定要求。Lee 等<sup>[27]</sup>研究发现,术前角膜厚度薄者更易发生屈光回退。本研究也显示,术前角膜中央厚度是术后发生屈光回退的影响因素。若术前角膜厚度较薄,术后更易引起角膜形态和角膜生物力学的改变,则术后发生屈光回退的风险更高。

为确保高度、超高度近视或角膜偏薄患者术后剩余角膜基质床厚度在安全范围内,须通过缩小切削光学区直径大小来保证手术安全和术后效果。Hwang 等<sup>[28]</sup>研究认为,FS-LASIK 术中切削光学区直径大小是屈光回退的影响因素之一。本研究与上述研究结果一致,若切削光学区直径小,则角膜中心切削区与周边区二者之间的过渡区变陡,使角膜曲率变化增大,表面形态不平滑,从而导致屈光回退。若切削光学区直径增大,则过渡区域增宽,切削平面也会更加光滑,在一定程度上减少了角膜稳态的破坏,角膜上皮细胞脱落与过度增殖情况均有所控制,可减少屈光回退的发生<sup>[29-30]</sup>。因此,在权衡利弊的前提下,对于高度、超高度或角膜厚度不足的患者可采用适当增大切削光学区直径、部分矫正屈光度数的方法使患者获得一定程度的视觉改善。

本文通过研究 FS-LASIK 术后屈光回退危险因素并构建预测模型,旨在为手术医生尽早识别屈光回退的高危因素、提前做好预防准备提供参考。通过 ROC 曲线对模型进行综合评价,ROC 曲线下面积越大代表诊断价值越高。本研究利用建模组数据进行内部验证,ROC 曲线下面积为 0.890(95%CI 0.843-0.937),灵敏度为 81.82%,特异度为 84.71%。此外,本研究收集了 100 例患者,共 200 眼资料进行模型验证,结果显示,ROC 曲线下面积为 0.838(95%CI 0.717-0.959),灵敏度为 80.00%,特异度为 87.57%,表明模型预测能力良好。本研究建立的模型具有良好的判别效度,手术医生可依模型建立风险等级,对患者予以针对性屈光回退预防。本研究对中高度近视患者行 FS-LASIK 术后屈光回退风险预测模型构建与验证进行了探索,但数据来源较为单一,后续尚需要多中心、大样本数据的研究以完善预测模型。

综上所述,本研究通过对 FS-LASIK 手术矫正中高度近视患者术后 1 a 临床资料进行分析,依据回归模型筛选危险因素,初步构建术后屈光回退风险预测评分模型,经验证,该模型判别效度良好,可为早期识别高危人群、有效预防与控制中高度近视患者 FS-LASIK 术后发生屈光回退提供依据。

#### 参考文献

[1] 李玲. 国民视觉健康报告. 北京:北京大学出版社, 2016:48-54.

[2] 李红, 朱飞. FS-LASIK 与 SMILE 治疗屈光不正患者眼表变化分析. 医学临床研究, 2023,40(5):731-734.

[3] Patel P, Ashena Z, Vasavada V, et al. Comparison of intraocular lens calculation methods after myopic laser-assisted *in situ* keratomileusis and radial keratotomy without prior refractive data. Br J Ophthalmol, 2022,106(1):47-53.

[4] 高熙, 刘嫣, 陈跃国. 近视激光角膜屈光术后屈光回退机制与药物防治的研究进展. 国际眼科杂志, 2023,23(10):1695-1698.

[5] Gab-Alia AA. Is the axial length a risk factor for post-LASIK myopic regression? Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol, 2021,259(3):777-786.

[6] 张语洋. ICL 与 LASIK 治疗角膜屈光术后屈光回退患者的效果比较. 中国民康医学, 2023,35(14):152-154.

[7] Plaza-Puche AB, Vargas V, Yébara P, et al. Stability of corneal topography and aberrometry after hyperopic laser *in situ* keratomileusis with a 500-Hz excimer laser platform: a 3-year follow-up study. Eur J Ophthalmol, 2020,30(6):1238-1245.

[8] Uceda-Montañés A, Rogers M, Piñero DP. Visual and refractive outcomes with a new topography-integrated wave front-guided lasik procedure. Curr Eye Res, 2021,46(5):615-621.

[9] 覃冬, 杨雯, 秦岭, 等. 全飞秒激光小切口角膜基质内透镜取出术对屈光不正患者的影响. 北华大学学报(自然科学版), 2022,23(4):504-509.

[10] 张历浊, 李忠政, 金蕊, 等. 全飞秒激光小切口角膜基质透镜取出术对角膜表面规则指数的影响. 国际眼科杂志, 2021,21(5):881-884.

[11] Qian YS, Chen X, Naidu RK, et al. Comparison of efficacy and visual outcomes after SMILE and FS-LASIK for the correction of high myopia with the sum of myopia and astigmatism from -10.00 to -14.00 dioptres. Acta Ophthalmol, 2020,98(2):e161-e172.

[12] 张文文. ICL 晶体植入术与 LASIK 手术对角膜屈光手术后屈光回退患者的治疗效果对比. 中国实用医药, 2022,17(11):60-63.

[13] Cavuoto KM, Chang MY, Heidary G, et al. Effectiveness of laser refractive surgery to address anisometropic amblyogenic refractive error in children: a report by the American academy of ophthalmology. Ophthalmology, 2022,129(11):1323-1331.

[14] 贺婷, 赵炜, 惠延年. 角膜屈光手术后的屈光回退. 国际眼科杂志, 2021,21(11):1912-1917.

[15] 龙克利, 吴秀梅, 张嘉璠, 等. 飞秒激光辅助的准分子激光原位角膜磨镶术和准分子激光上皮下角膜磨镶术矫正高度近视术后两年患者角膜后表面的变化. 眼科新进展, 2020,40(1):54-57,61.

[16] Zhou JH, Gao Y, Li SW, et al. Predictors of myopic regression for laser-assisted subepithelial keratomileusis and laser-assisted *in situ* keratomileusis flap creation with mechanical microkeratome and femtosecond laser in low and moderate myopia. Ophthalmic Epidemiol, 2020,27(3):177-185.

[17] Stoor K, Karvonen E, Ohtonen P, et al. Icare versus Goldmann in a randomised middle-aged population: The influence of central corneal thickness and refractive errors. Eur J Ophthalmol, 2021,31(3):1231-1239.

[18] 陈蒙. 高度近视患者 LASIK 术后屈光回退的相关因素多元回归分析. 临床医学研究与实践, 2020,5(10):10-12.

[19] Kiuchi G, Hiraoka T, Ueno Y, et al. Influence of refractive status and age on corneal higher-order aberration. Vision Res, 2021,181:32-37.

[20] 吴博文, 吴加钦, 汪凌, 等. SMILE 与 FS-LASIK 矫治近视术后功能性光学区及角膜形态变化比较. 中华实验眼科杂志, 2023,41

(9):891-897.

[21] Garcia-Gonzalez M, Gros-Otero J, Rodriguez-Perez I, et al. Effect of age on visual and refractive results after LASIK: mechanical microkeratome versus femtosecond laser. *Int J Ophthalmol*, 2019,12(3):488-495.

[22] Zhou JH, Gu W, Li SW, et al. Predictors affecting myopic regression in -6.0D to -10.0D myopia after laser-assisted subepithelial keratomileusis and laser *in situ* keratomileusis flap creation with femtosecond laser-assisted or mechanical microkeratome-assisted. *Int Ophthalmol*, 2020,40(1):213-225.

[23] 高晶, 孙熠, 温颀, 等. 中高度近视患者 LASIK 术后屈光回退的临床分析. *国际眼科杂志*, 2019,19(4):614-618.

[24] Mohammadi SF, Nabovati P, Mirzajani A, et al. Risk factors of regression and undercorrection in photorefractive keratectomy: a case-control study. *Int J Ophthalmol*, 2015,8(5):933-937.

[25] Sánchez-González JM, Amián-Cordero J, Alonso-Aliste F. Permapision intracorneal inlay after sixteen years. Regression of initial

refractive hyperopia. *Cont Lens Anterior Eye*, 2020,43(5):512-514.

[26] 钮丹, 景聪荣, 张君苒. 术前近视屈光度及术后角膜曲率变化与 SMILE 术后屈光回退的关系. *中华眼外伤职业眼病杂志*, 2023,45(8):630-635.

[27] Lee SY, Kim EW, Choi W, et al. Significance of dynamic contour tonometry in evaluation of progression of glaucoma in patients with a history of laser refractive surgery. *Br J Ophthalmol*, 2020,104(2):276-281.

[28] Hwang HS, Lee HJ, Lee SJ, et al. Visual outcomes after three different surgical procedures for correction of refractive error in patients with thin corneas. *Int J Ophthalmol*, 2020,13(6):970-977.

[29] 杜祥睿, 高欢欢, 陈会振, 等. 影响 LASIK 术后不同时期屈光状态改变的因素分析. *激光杂志*, 2021,42(8):196-200.

[30] Wu F, Yin HF, Yang YB. Evaluation of the difference between predicted and measured central corneal thickness reduction after SMILE and femtosecond laser-assisted LASIK for myopia. *Curr Eye Res*, 2021,46(8):1089-1095.

## 更正启事

《国际眼科杂志》2024 年第 24 卷第 3 期 338-344 页《六味地黄汤对老化模型大鼠视网膜组织铁死亡通路的影响》一文中表 2 和图 3D, 由于作者疏忽, 导致数据输入错误, 特此更正并诚挚地向读者致歉。

更正表 2 及图 3D 内容如下:

表 2 各组大鼠视网膜厚度改变

组别	视网膜厚度(μm)	INL 厚度(μm)	INL 占视网膜厚度百分比(%)	ONL 厚度(μm)	ONL 占视网膜厚度百分比(%)
空白组(n=6)	183.574±2.030	33.394±1.159	18.188±0.481	44.423±1.552	24.197±0.689
模型组(n=6)	125.906±8.977 <sup>a</sup>	22.596±1.371 <sup>a</sup>	17.967±0.614	28.227±1.295 <sup>a</sup>	22.513±1.875
中药组(n=6)	152.387±4.812 <sup>a,c</sup>	27.918±1.020 <sup>a,c</sup>	18.321±0.399	36.076±3.603 <sup>a,c</sup>	23.639±1.749
F	139.052	123.047	0.751	69.200	1.877
P	<0.01	<0.01	0.489	<0.01	0.187

注:<sup>a</sup>P<0.05 vs 空白组;<sup>c</sup>P<0.05 vs 模型组。

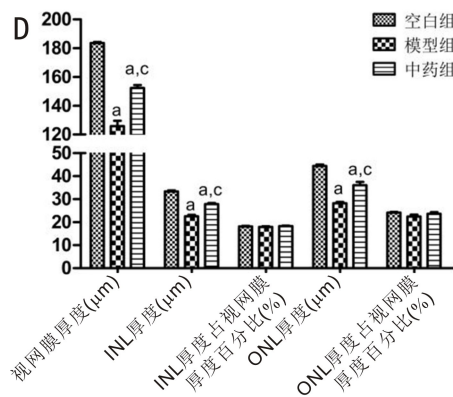


图 3 D: 各组大鼠视网膜厚度改变情况。INL: 内核层; ONL: 外核层。<sup>a</sup>P<0.05 vs 空白组;<sup>c</sup>P<0.05 vs 模型组。